This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

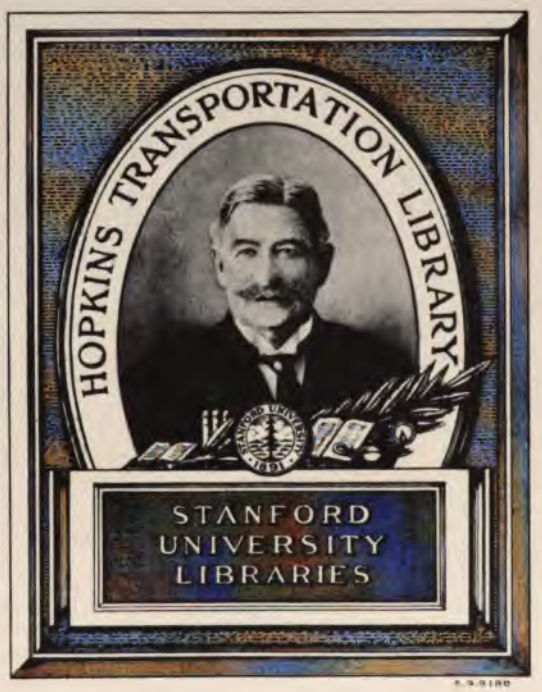
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


HOPKINS TRANSPORTATION LIBRARY
STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

Technischer Bericht

über das

Project der Arlberg-Bahn

(Bludenz-Landeck)

sammt Beilagen und zugehörigen Actenstücken.

Herausgegeben im Auftrage des

k. k. Handels-Ministers

von der

USTA 4-Bau-Abtheilung der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen.

EDM. STIA
K.K. PROFESSOR

Wien.

Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei.

1872.

NP

TF 65.9
A93

Inhalt.

Seite

Einleitung 5

I. Technischer Bericht sammt Anhang (Betriebskosten-Berechnung) 7

II. Protokolle der fachmännischen Enquête vom 22. und 26. Februar 1872 53

III. Uebersichtliche Darstellung der zur Ausführung beantragten Trace 73

Beilagen:

A. Uebersichts-Plan der Strecke Bludenz-Landeck.

B. Geologische Karte des Arlberges.

C. Geologische Querprofile.

D. Längenprofile der verschiedenen Varianten.

E. Graphische Darstellung der Schneeverhältnisse des Arlberges und der Höhenverhältnisse der wichtigsten Alpenübergänge.

F. Längenprofil der beantragten Trace.

Einleitung.

Das k. k. Handelsministerium hat im Juli 1871 die Bausbtheilung der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen beauftragt, das Project einer Locomotiveisenbahn von Bludenz über den Arlberg nach Landeck, beziehungsweise nach Innsbruck zu verfassen und ehemöglichst in Vorlage zu bringen.

Die betreffenden Terrainstudien wurden demgemäss sofort nach erhaltenem Auftrage mit aller Energie in Angriff genommen, über das ganze für die fragliche Bahnführung überhaupt benützbare Terrain ausgedehnt und die Ergebnisse dieser Studien in detaillirten Schichtenplänen dargestellt, welch' letztere sohin durch alle für die Bahnführung irgend bedeutenden Momente, wie namentlich auch durch die sorgfältigst erhobenen Lawinen- und Murgänge vervollständigt wurden.

Für die Ermittlung einer entsprechenden Trace, sowie für die künftige und unter allen Umständen nicht geringe Dauer der Ausführung dieser wichtigen Bahnlinie war es ferner geboten, sowohl die klimatischen als die geologischen Verhältnisse des Arlberges und seiner Anschlussstrecken möglichst eingehend zu studiren und bei der Ausarbeitung der Projecte in Rücksicht zu ziehen.

Behufs Klarstellung der geologischen Verhältnisse wurde die Mitwirkung der k. k. geologischen Reichsanstalt in Anspruch genommen, und das diessfalls Erforderliche von dem Director der k. k. geologischen Reichsanstalt, Sectionsrath Ritter von Hauer, sofort angeordnet; die demzufolge von dem Geologen Heinrich Wolf gelieferten und höchst sorgfältig erhobenen Daten sind bei der Ausarbeitung der Projecte massgebend gewesen.

Ueber die Details der bearbeiteten einzelnen Projecte (drei Varianten für die beiderseitigen Anschlussstrecken an den Arlberg-Tunnel und fünf Varianten für den Tunnel selbst) gibt der dieselben erläuternde und im Nachstehenden unter I folgende technische Bericht die erforderlichen Aufschlüsse.

Die Gründe, welche schliesslich für die Wahl Einer, und zwar der im beigeschlossenen Situationsplane der Strecke Bludenz-Landeck (Beilage *A*) dargestellten rothen Linie mit der zugehörigen, schwarz eingezeichneten Tunnel-Variante sprechen, sind aus den unter II angeschlossenen Protokollen der über Veranlassung Sr. Excellenz des Handelsministers im Februar d. J. abgehaltenen Enquête zu entnehmen, deren Gegenstand die Begutachtung der einzelnen Projecte durch eine Commission von Fachmännern bildete.

Die durch die fachmännische Enquête empfohlene Trace, welche auf der Annahme des längsten und tiefstgelegenen Tunnels beruht, wird sub III unter Angabe der für ihre Ausführung erforderlichen Kostenziffern erörtert.

Beilage *F* zeigt das Längenprofil dieser Trace.

In Würdigung der Schwierigkeit und Tragweite der bei der angestrebten Ausführung der Arlberg-Bahn zu bewältigenden technischen Aufgabe, sowie in Berücksichtigung des regen Interesses, welches sich für die bestmögliche Realisirung dieses Bahnprojectes allenthalben kundgibt, hat sich Se. Excellenz der Handelsminister bestimmt gesehen, die Drucklegung und Herausgabe des zu dem Projecte der Generalinspection gehörigen technischen Berichtes, sowie der zu seinem Verständnisse erforderlichen Beilagen anzuordnen.

Im Nachstehenden sind dem entsprechend die für die Beurtheilung des empfohlenen Projectes wichtigsten und massgebenden Daten und Documente möglichst kurz zusammengefasst.

Wien, im April 1872.

I.

Technischer Bericht

der Bau-Abtheilung der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen über das Project der Arlberg-Bahn (Bludenz-Landeck) nebst einer von der Betriebs-Abtheilung der General-Inspection verfassten Berechnung der Betriebskosten und Tarifsätze.

I.

Technischer Bericht

der Bau-Abtheilung der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen über das Project der Arlberg-Bahn (Bludenz-Landeck) nebst einer von der Betriebs-Abtheilung der General-Inspection verfassten Berechnung der Betriebskosten und Tarifsätze.

Die Herstellung einer directen und ausschliesslich nur auf österreichischem Gebiete gelegenen Bahnverbindung zwischen Vorarlberg und Tirol, beziehungsweise zwischen diesen Kronländern und dem Innern der Monarchie, sowie die dadurch in weiterer Linie zu erzielende Verbindung der Schweiz und der noch westlicher gelegenen Länder mit den im Südosten des Kaiserthums schon bestehenden oder noch im Entstehen begriffenen Bahnen, zählt zu den längst gefühlten Bedürfnissen, und ist sowohl vom politischen wie vom volkswirthschaftlichen Standpunkte von hervorragender Bedeutung.

Nicht minder hervorragend jedoch sind auch die ganz ausserordentlichen Schwierigkeiten, welche die zwischen Vorarlberg und Tirol gelagerte, grossartige Alpenkette der Ausführung jener Bahnverbindung entgegenstellt, Schwierigkeiten, die nur mit Aufbietung aussergewöhnlicher Mittel und namhafter materieller Opfer überwunden werden können.

Die an Hindernissen aller Art reichste Partie der ganzen in Rede stehenden Verbindungslinie bildet zweifelsohne das Fragment zwischen dem Anschlusspunkte an die Vorarlberger Bahn in Bludenz und dem noch circa 10 Meilen westlich von Innsbruck gelegenen Orte Landeck. Während nämlich die Führung der Bahn in der Strecke zwischen Landeck und Innsbruck durch die Natur des Terrains alldort eine im Vorhinein gegebene ist, erscheinen die Verhältnisse für die Eruirung der Bahnanlage zwischen Bludenz und Landeck weit complicirter, und begegnet jeder der sich darbietenden Wege den namhaftesten klimatischen und Terrain-Schwierigkeiten.

In der That lässt sich die Linie von Bludenz aus nur entweder durch das Montafon-Thal und das Patznauner-Thal nach vorheriger Uebersteigung des 1870 Meter hohen, sogenannten Zeynes-Joches, oder aber durch das Kloster-Thal und die damit verbundene Uebersetzung des Arlberges nach dem am Ausgange des Stanzer (Rosana)-Thales gelegenen Orte Landeck führen.

Zur richtigen Beurtheilung, welcher der beiden Wege für die beabsichtigte Bahnanlage der geeignetste sei, wurden generelle Erhebungen vorgenommen, die folgende Resultate ergaben:

A. Für das Zeynesjoch.

1. Länge der Trace in directer Linie 74 Kilometer oder 9.74 Meilen.
2. Höhenlage der tiefsten Einsattlung 1865 Meter über der Meeresfläche.
3. Die Länge des Haupt-Tunnels durch den Bergscheitel müsste im Minimum 16 Kilometer betragen, wobei
4. die östliche obere Tunnel-Einmündung die Meereshöhe 1390 Meter erhielte.

B. Für den Arlberg.

1. Länge der Trace in directer Linie 69.1 Kilometer oder 9.12 Meilen.
2. Höhenlage der tiefsten Einsattlung des Alpen-Ueberganges 1780 Meter über die Meeresfläche.
3. Die Länge des Haupt-Tunnels variirt zwischen 5.5 und 12.4 Kilometer, und
4. die Höhenlage zwischen 1453 und 1200 Meter Meereshöhe.

Nachdem der Vergleich der vorstehenden Daten an sich schon gegen die Führung der Bahn über das Zeynes-Joch spricht, namentlich aber auch die klimatischen Verhältnisse des Zeynes-Joches viel ungünstiger als die des Arlberges sind, ferner die Bahn im Montafon- und Patznauner-Thale durch Murbrüche und Lawinenstürze fortwährend bedroht wäre, nachdem weiter auf eine fast 2 Kilometer lange Strecke nächst der Einmündung des Patznauner-Thales ins Rosana-Thal, woselbst das Bachbett und der kaum 2 Meter breite Weg von nahezu verticalen, stark verwitterbaren Felswänden eingeschlossen ist, sich dem Bahnbaue bedeutende Bauschwierigkeiten entgegenstellen, endlich bei dem Mangel an Strassen in dem Montafon- und Patznauner-Thale die Communication während des Baues ausserordentlich erschwert wäre, wurde die Führung der Linie über das Zeynes-Joch als für den Bahnbau ganz unpraktisch nicht weiter berücksichtigt und blos die Trace über den Arlberg dem Detailstudium unterworfen.

In dem hier folgenden Berichte ist nicht blos die ausführliche Begründung und Beschreibung der über den Arlberg geführten Tracen und der verschiedenen Varianten enthalten, sondern es sind auch jene Momente darin erörtert, welche auf den Bau und Betrieb dieser Eisenbahnlinie wesentlicheren Einfluss zu nehmen geeignet erscheinen.

Es sei gleich hier erwähnt, dass wegen der unwirthlichen, klimatischen Verhältnisse des Arlberges von der Ueberschienung seines Scheitels aus Bau- und Betriebsrücksichten abgesehen, und zur Erzielung eines gesicherten und regelmässigen Bahnbetriebes die Unterfahrung mittelst Tunnels als nothwendig anerkannt wurde.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wurde der sichere Boden der bisherigen Erfahrungen im Eisenbahnwesen nicht verlassen, auf die Anwendung von Motoren, deren Zugkraft nicht auf der durch das eigene Gewicht bedingten Adhäsion beruht, keine weitere Rücksicht genommen und dem Projecte nur solche Bahnsteigungen zu Grunde gelegt, welche noch mit den üblichen, normalen Bergmaschinen bewältiget werden können.

Um für die verschiedenen der bearbeiteten Varianten öftere Wiederholungen zu vermeiden, wird dieser Bericht getheilt:

A. in einen allgemeinen Theil, und

B. in einen besonderen Theil.

Der allgemeine Theil bespricht der Reihenfolge nach:

a) Die geologischen Verhältnisse des Kloster- und Rosana-Thales nebst den dortigen Schuttablagerungen und Lawinenstürzen;

b) den geologischen Bau des Arlberges unter gleichzeitiger Erörterung der Kraft und des Zeitaufwandes, welche die verschiedenen zu durchfahrenden Gesteinsgattungen erheischen;

c) die Schneeverhältnisse und ihre Bedeutung für die Höhenlage des Arlberg-Tunnels;

d) die Gefällsverhältnisse des Kloster- und Rosana-Thales, und deren Einfluss auf die für die Arlberg-Bahn anzunehmenden Steigungen;

e) die Bezeichnung der für den Arlberg-Tunnel bearbeiteten fünf Tracen, sowie deren Verbindung mit den anstossenden, offenen Bahnstrecken;

f) die Kosten und Bauzeiten der fünf verschiedenen Tunnel-Varianten, und

g) die dem Projecte zu Grunde gelegten Normalien.

Der besondere Theil enthält die Beschreibung der Projecte und der einzelnen Tunnel-Varianten, nebst einer Hauptzusammenstellung der Nominal-Anlagekosten und Gegenüberstellung aller charakteristischen Daten.

A. Allgemeiner Theil.

a) Geologische Verhältnisse des Kloster- und Rosana-Thales nebst den dortigen Schuttablagerungen und Lawinenstürzen.

(Hiezu eine geologische Karte im Massstabe von 1:28800, siehe Beilage B.)*

Die Richtung des Kloster- oder Alfenz-Thales und des Stanzer- oder Rosana-Thales ist bedingt durch die Formations-Grenzen zwischen dem kristallinischen Kerne des Centralstockes der Alpen und der diesem Stocke nördlich vorliegenden Kalkkette, welche mit geringen Ausnahmen die westöstliche Richtung behält.

Zwischen diesen beiden mächtigen Gebirgszügen liegt ein verhältnissmässig schmales Band anderer Sedimente, welche aus thonigen und sandigen Schiefern, aus Sandsteinen, Conglomeraten und sedimentären Quarziten bestehen. Es sind diess der Hauptmasse nach mehr weiche Gesteine.

Durch die Natur dieser Gesteine war die Möglichkeit geboten, dass die Wässer, welche aus dem Süden von dem härteren kristallinischen Gebirge und aus dem Norden von dem Kalkgebirge niedersinken, sich in dieselben besser einschneiden, und in der Streichungsrichtung verweilen konnten.

Die beiden Thalwände des unteren Alfenz-Thales zwischen Bludenz und Dalaas gehören der Kalkformation an. Von Brunnfeld an trennt ein 11 Kilometer langer Felsgrat das Kloster-Thal vom Montafon-Thale, culminirt im Schwarzhorn mit 1885 Meter Seehöhe, zieht in nördlicher Richtung über den Sattel bei Christberg auf die nördliche Thalseite und flankirt von hier bis Stuben ausschliesslich diese Lehne, während die südliche Thalwand der kristallinischen Formation angehört. Der kristallinische Arlberg drängt sich von Süden her wie ein Keil, dessen Spitze gegen Norden gekehrt ist, in die Gesteine der Rothliegend- und Kalkformation ein, und trennt die gerade, westöstliche Verbindung dieser Formation zwischen Dalaas und Flirsch über Stuben und Schnan in zwei Theile, wie diess die geologische Karte darstellt.

Auf der kurzen Strecke zwischen St. Jacob und Pettneu tritt der Sandstein in die Flanke, wird jedoch von hier bis Flirsch wieder durch Kalk verdrängt. Unterhalb Flirsch zieht sich der kristallinische Glimmerschiefer auf die nördliche Thalwand, deren Hauptgestein er nur bis Pians ausmacht, um dann in der Strecke bis über Landeck hinaus abermals durch die Kalkkette abgelöst zu werden.

Die südliche Lehne gehört bis Landeck der Formation des kristallinischen Gesteines an.

Nebst dieser geologischen Beschaffenheit der Thalwände sind auch noch die durch den allmäligen Verwitterungsprocess entstandenen Schuttformen und deren Merkmale in Berücksichtigung zu ziehen.

Die Schuttablagerungen des Kloster- und Rosana-Thales bestehen:

a) aus erratischen und Moränen-Schutt (in der Karte weiss mit blauen horizontalen Schraffen);
b) dem Terrassenschotter (weiss mit rothen Punkten);
c) dem Gehängschutt (weiss mit horizontalen rothen Schraffen);

---

*) Die Vervielfältigung der geologischen Karte wurde wegen der Kürze der Zeit auf den Ort des grossen Tunnels beschränkt.

d) dem Schutte von Bergstürzen (weiss mit schwarzen Schuppen);
e) aus den theilweise durch Murgänge erzeugten Schuttkegeln an den Ausgängen der Querthäler (weiss mit blauen Punkten), und
f) aus dem in den Inundationsgebieten verbreiteten Schutte (weiss).

Moränenschutt und Terrassenschotter.

Die Ablagerungen *a)* und *b)* gehören einer früheren Periode der fortschreitenden Thalbildung an, und zwar jenen Zeiten, in welchen die Thäler noch nicht so tief eingeschnitten waren, wie gegenwärtig. Sie reichen bei Bludenz bis zur Bürser-Alpe (Seehöhe 1420 Meter), bei St. Anton bis zur Seehöhe von 1600 Meter, bei Pettneu bis zu 1400 Meter und bei Landeck bis über die Höhe von Stanz, das ist bis zur Seehöhe von 1120 Meter.

Gehängschutt.

Der unter den Namen Gehängschutt *(c)* durch die Winterfröste gelöste Schutt rollt sämmtlich vom Mutterfels direct an den Gehängen hinab; ein Theil desselben erreicht die geneigte Ebene des Quer- oder Längsthales, ein anderer Theil bleibt an der Basis des Gehänges an den vor Bächen geschützten Stellen in loser Aufhäufung liegen. Die einzelnen Trümmer vertheilen sich der Art, dass die grösseren sich an dem unteren Rande, an der Basis des Kegels anhäufen, also entfernter von der Ursprungsquelle liegen, während der kleinere und feinere Detritus den Scheitel des Kegels bildet.

Die ganz gleichen Eigenschaften hat der Schutt der Bergstürze *(d)*, nur tritt dieser mächtiger auf.

Murgänge.

Für die Bahnanlage von Bedeutung sind nicht minder die am Ausgange der Schluchten und der Querthäler gelagerten Schutthügel, auf welchen gewöhnlich die Ortschaften liegen. Sie sind namentlich desshalb wichtig, weil an solchen Stellen in Folge fortdauernder massenhafter Geschiebe-Ablagerungen noch immer Terrainerhebungen eintreten. Die Hauptmasse des Schuttes wird vorzüglich durch die sogenannten Murgänge herabgebracht. Es häufen sich nämlich, um eine kurze Erklärung dieser Erscheinung zu geben, an einzelnen Stellen der den grössten Theil des Jahres hindurch trockenen Schluchten und Querthäler grosse Mengen des besprochenen Gehängschuttes an und bilden dort Thalabsperrungen. Treten nach längerer Trockenheit Gewitterregen, Wolkenbrüche oder im Frühjahre rasch Thauwetter ein, so werden die die Thalabsperrung formirenden Massen, durchtränkt durch das hinter ihnen gesammelte und angestaute Wasser, auf der stark geneigten Ebene der Schluchtsohle in Bewegung kommen. Diese oft tagelang andauernden, in kurzen Zwischenräumen sich wiederholenden Erscheinungen sind unter den verschiedenen Bezeichnungen Murgänge, Murbrüche, auch Rüfen bekannt.

Dieses periodisch auftretende Phänomen erfordert bei Anlage einer Alpenbahn die sorgfältigste Würdigung, da die einzelnen Schuttwalzen des Murganges nicht jederzeit denselben Bachgerinnen folgen, vielmehr durch oft ganz unbedeutende Hindernisse aus ihrer Richtung gebracht werden und sodann ganz unerwartete Wege nehmen.

Zurückhaltung des Geschiebes, möglichste Sicherung der Flussbette, Regulirungen und Auspflasterungen der Bachgerinne, sowie die Anwendung möglichst vieler und weiter Brücken und Durchlässe von nicht zu geringer Constructionshöhe bilden, wo eine Unterfahrung der gefährde'en Stellen nicht möglich wäre, das geeignetste technische Auskunftsmittel gegen die schädlichen Wirkungen der Murgänge.

Zu den wegen ihrer häufigen Murgänge (deren Wege in der geologischen Karte durch rothe Pfeile dargestellt sind) bekannten Querthälern gehören:

Im Alfenz-Thale:

a) Der Radin, Winkel- und Mühlentobel, auf deren gemeinsamen Schuttkegel die Ortschaften Radin, Ausser- und Innerbratz liegen;
b) der Höllentobel gegenüber von Dalaas;
c) der Rothrüfetobel unterhalb Dalaas mit dem Quellgebiet am Christberg;
d) der Radona-, Stelzis- und Glangbach, die mit dem Spreubach zwischen Wald und Danöfen eine 3 Kilometer lange Schutthalde bildeten, deren Oberfläche sich noch immer durch Ablagerungen erhöht;
e) der Wettlitobel bei Klösterle, auf dessen Ablagerungen der östliche Theil des Dorfes sich erhebt; durch Bauten im Sammelgebiete wurde die dortige Geschiebführung vermindert;
f) die beiden Passürtobel zwischen Langen und Stuben wegen ihren Muren und Lawinen gleich gefährlich.

Etwa 1 Kilometer von Stuben sperrt ein mächtiger Bergsturz das Alfenzthal und war Veranlassung zur Bildung der Thalstufe bei Stuben.

Diese Schutthalde erhielt ihr Material aus der Wildgrube und von den Gehängen des Arzberges, und besteht, wie der Bergrücken selbst, aus Kalk und Dolomit.

Die zahlreichen Murgänge und Lawinen, welche alljährlich aus der Wildgrube hervorbrechen, würden eine offene Bahnanlage in dieser Strecke sehr unsicher und äusserst kostspielig machen, wesshalb alldort die unterirdische Führung der Bahn als das geeignetste Auskunftsmittel gegen die drohende Gefahr gewählt wurde.

Im Rosana-Thale:

a) Die Gebirgsbäche bei Pettneu, deren Sammelgebiete von äusserst leicht verwitterbaren, mit Gehängeschutt verkleideten Kalklehnen eingeschlossen sind, welche gleichzeitig die Lawinenbildung ausserordentlich begünstigen;
b) der Schnanerbach bei Schnan;
c) die Bergbäche vor Flirsch, die auf fast einen Kilometer Länge die Berglehne bis zum Fusse überschütten;
d) der Ramelsbach unterhalb Flirsch, der seinen Anfang in den brüchigen Kalkwänden nimmt und seit 10 Jahren wiederholt bedeutende Murgänge führt, die sodann die Strasse mehrere Meter hoch überschütten;
e) der obere Klausbach, von der südlichen Lehne kommend, bildet derzeit einen ausgedehnten Schuttkegel. Die häufigen Murverschüttungen veranlassten dort vor Zeiten die Erbauung eines 3 Meter hohen und circa 100 Meter langen Steindammes zur Ablenkung der Schuttwalzen von den bedrohten Culturen.

Noch ist wegen seiner geologischen Beschaffenheit der Thalabschnitt zwischen Flirsch und Strengen erwähnenswerth. Mit wenigen Ausnahmen sind dort die Gehänge aus erratischem und Moränenschutt gebildet.

Noch wichtiger für die Bahnführung ist der Bergsturz bei Wiesberg. Es lagert nämlich vor der Vereinigung der Trisana mit der Rosana am Ausgange des Patznauner-Thales auf der jenseitigen Lehne eine ausgedehnte Schuttmasse von quarzigem Glimmerschiefer mit immensen Blöcken vermischt, deren Ursprungsquelle, nordwestlich vom Schlosse Wiesberg etwa 1150 Meter entfernt, 400 Meter über der Thalsohle liegt und die Lehne in einer Ausdehnung von 1700 Metern überdeckt. Nach den an der Strasse gemachten Beobachtungen finden zeitweilige Terrainbewegungen statt.

Diese Erscheinung kann durch das Vorhandensein einer thonigen Rutschfläche oder aber durch fortschreitende Thalbildung und Sohlenvertiefung des Rosanabaches, insbesondere aber durch die von diesem Bache am Fusse des Bergsturzes bewirkten Abspülungen erklärt werden. Bauliche Vorkehrungen zur Hintanhaltung jeder weiteren Bewegung müssen daher unter Berücksichtigung beider Eventualitäten getroffen werden.

Die Bergbäche zwischen Pians und Landeck führen zwar zeitweilig bedeutende Geschiebe, die jedoch wegen der im Terrain tief eingeschnittenen Bachbetten der Bahnanlage keine Gefahr bringen.

Lawinen.

In den oberen Regionen des Arlberges kommen vielfach Lawinen, theils von den steilen Wänden des Hauptthales, theils aus den trichterförmigen Schluchten der Seitenthäler, im Winter als Staub-, im Frühjahre als Grundlawinen, meist bis zum Thalboden herab.

Die Lawinenzüge, nämlich die Wege, die die Lawinen immer einschlagen (in der geologischen Karte durch blaue Pfeile bezeichnet), sind durch Localkundige leicht zu erheben, obwohl sie schon von weitem auch daran erkennbar sind, dass ein sanft ansteigender Kegel aus Schutt und Erdreich sich gegen eine Gebirgsschlucht zuspitzt, aus welcher gewöhnlich ein mässiger Bach hervortritt, oder aber, dass glatte Waldlichtungen nach der Linie des stärksten Gefälles bis zu den nackten Felslehnen hinaufreichen.

Die technischen Auskunftsmittel, die gegen die Lawinengefahr angewendet wurden, werden in dem besonderen Theile bei Beschreibung der Projecte Erwähnung finden.

Die südliche Lehne des Kloster-Thales, Bratz gegenüber, aus steilen Felswänden bestehend und von zahlreichen Geschiebgängen durchfurcht, welche gleichzeitig auch den Gang der Lawinen anzeigen, würde einer Bahnanlage unüberwindliche Hindernisse entgegensetzen, daher in dieser Theilstrecke die Führung der Bahn auf der nördlichen Lehne bedingt war.

Rücksichtlich des Rosanathales sei darauf hingewiesen, dass in den Schichtenplänen die Lawinengänge der nördlichen Lehne ihrer Richtung und Ausdehnung nach angedeutet erscheinen. Bezüglich der südlichen Lehne wird bemerkt, dass fast sämmtliche Schluchten zwischen St. Anton und Flirsch als Lawinenwege zu betrachten sind, welche jedoch mit Ausnahme der St. Anton gegenüberliegenden keine besondere Beachtung beanspruchen.

b) Der geologische Bau des Arlberges.

Kraft und Zeitaufwand zur Durchfahrung der verschiedenen Gesteinsgattungen.

(Hiezu die geologischen Querprofile, Beilage C.)*

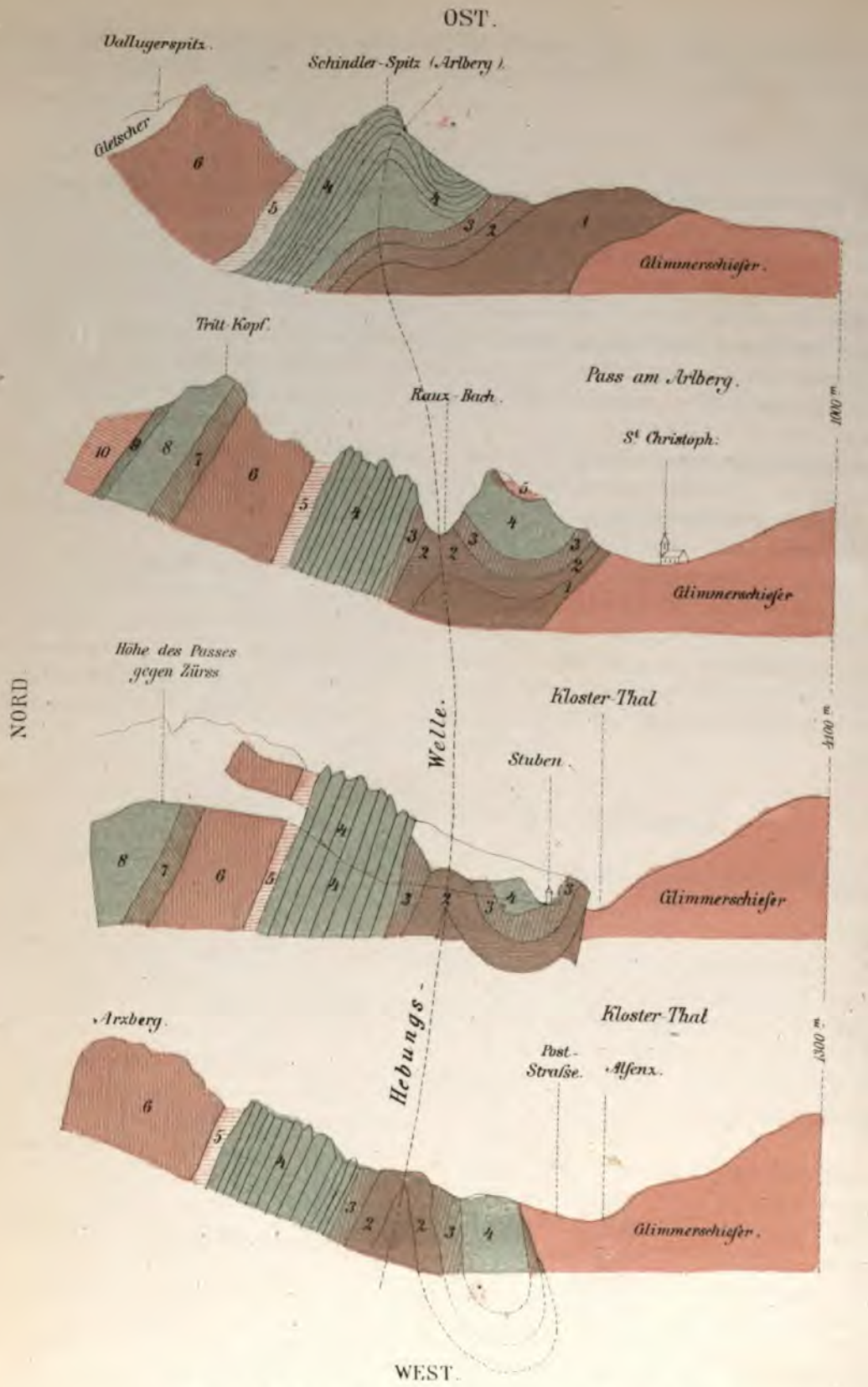
Um ein sicheres Urtheil über die innere Beschaffenheit des Arlberges zu gewinnen, und eine auch in dieser Beziehung geeignete Tunneltrace in Vorschlag bringen zu können, wurde der Arlberg in seinen geologischen Verhältnissen einem eingehenderen Studium unterzogen; die Ergebnisse dieser von dem Geologen der k. k. geologischen Reichsanstalt Heinrich Wolf durchgeführten Untersuchungen wurden unter Benützung der topographischen Aufnahme im Massstabe von 1 : 2000 zur Anfertigung geologischer Grundrisse und Querprofile benützt, die nunmehr ein deutliches Bild der Gebirgsbeschaffenheit des Arlberges geben.

Die Schichten, welche vom Stanzer-Thale und vom Kloster-Thale aus, bis zu der diese Thäler begrenzenden Kammhöhe auf der Nordseite sichtbar sind, gehören der Trias an; nur ein geringer Theil sind Verucano-Gesteine, welche der permischen Formation, dem Rothliegenden, angehören.

In der Strecke vom Arlberg bis Klösterle sinken diese mehr in die Tiefe zurück, erst gegen St. Jacob und Pettneu, dann von Klösterle abwärts treten sie in grösserer Verbreitung an die Oberfläche und bilden eine Scheide zwischen der kristallinischen Centralkette und den Kalkalpen.

Dieser Verucano liegt also über dem Glimmerschiefer und unter dem Kalk. Seine Verbreitung namentlich in der sogenannten Pfanne, nördlich von St. Christof, westlich unter der Schindlerspitze, zeigt, dass er hier durch eine Hebungswelle aus der Tiefe emporgehoben wurde, von deren Scheitel-

*) Probestücke der Gesteine befinden sich bei der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen.



Parallel-Profile der Trias-Schichten am Arlberg.

1 Verrucano. 2 Virgloria Kalk. 3 Partnach-Mergel. 4 Arlberg-Kalk. 5 Raibler-Schichten. 6 Unterer Dachstein-Dolomit. 7 Rössener-Schichten. 8 Oberer Dachstein-Kalk. 9 Aduether-Kalk. 10 Algäu-Schichten.

punkte die Schichten einerseits gegen Süden und andererseits gegen Norden abfallen, und zwar so, dass durch dieses Nordfallen und durch das Südfallen der Schichten zwischen der Hebungswelle und dem Glimmerschiefer in der Strecke von der Schindlerspitze bis Stuben und noch weiter gegen West eine muldenförmige Auflagerung der Trias-Schichten entsteht.

Die Querprofile I—IV auf Tafel *a)* geben ein Bild dieses geotectonischen Baues.

In der geologischen Karte und den zugehörigen Profilen sind folgende Gesteinsunterscheidungen in verschiedenen Farben und Schraffirungen verzeichnet:

a) Inundationsschotter;

b) Gehänge und Lawinenschutt;

c) Kalktuff;

d) Schieferthon und Sandsteine der Raibler-Schichten kommen nur im hinteren Theile des Rauzbaches vor; sie bilden aber einen ununterbrochenen Zug nördlich von Dalaas bis nördlich von Schnan; sie enthalten mächtige Lager von Gyps und andere sehr weiche Gesteine, die besonders im nördlichen Theile des Schönbaches bei St. Jacob anstehen;

e) Dolomite, licht bis schwärzlich grau, an der Oberfläche sehr klüftig; sie liefern zur Bildung des Gehänge- und Lawinenschuttes den grössten Beitrag. Den Dolomit begleiten meist Rauhwacken (auch Zellenkalke genannt); ähnlich wie der Tuff, kann dieses Gestein mächtige Quader für Bauzwecke mit grosser Binde- und Tragfähigkeit liefern.

f) Partnachmergel. Diese Mergel sind schwarz oder schwärzlich grau, häufig mit weissen Kalkspatadern durchzogen, und griffelförmig zerklüftend und zerbrechend. Sie besitzen häufig sehr dünnschiefriege und spaltbare Lagen, welche auch als Dachschiefer verwendbar wären.

g) der Arlberg-Kalk, meist an der Strasse nächst Stuben entwickelt; er ist ein dunkel- bis lichtgrauer, splittriger, muschlig brechender Kalk. In den mehr kieselhaltigen Lagen sind meist hydraulische Mergel und Kalke zu finden, welche ebenfalls für Bauzwecke verwendbar wären.

h) Virgloria-Kalke; diese bilden die unterste Abtheilung der in diesem Gebiete in der Trias auftretenden Gesteine; sie kommen nur an der unteren Grenze gegen den Verucano oder gegen den Glimmerschiefer vor.

Diese Kalke meist dunkel bis schwarz, sind in sehr regelmässigen Bänken von 1 bis 5 und 6 Schuh Mächtigkeit abgelagert und liefern ausgezeichnete Bausteine und Quader der Schichtenmächtigkeit entsprechend. Die dünnen Schichten dagegen liefern grosse Platten, oft von 100 Fuss Seitenlänge (Steinbrüche von Bürs nächst Bludenz). Viele Schichten geben überdiess einen guten, polirfähigen Mamor.

i) Verucano-Schiefer. Sandsteine und Quarzite sind hierbei in solcher Wechsellagerung unter einander, dass jede Abtheilung für sich nicht mit völliger Sicherheit von der andern getrennt werden konnte; daher diese Gesteine auf der Karte ungeschieden von einander blieben.

Diese Gesteine sind von sehr wechselndem petrographischen Bestande. Die Schiefer sind meist intensiv roth, dünnschiefrig und wasserundurchlässig. Die Sandsteine sind sehr reich an Quarzkörnern, welche grau im rothen Bindemittel, dem Thon oder in einem grünlichen Talge ruhen, wodurch sie ein flasriges und gemischtfärbiges Ansehen erhalten. Die Quarzite sind meist weiss oder weisslich grau, da ein färbendes Bindemittel nicht vorhanden ist. Dieses letztere Gestein ist sehr hart und übertrifft meist die Härte des kristallinischen Quarzes.

k) der lichte Glimmerschiefer, silberweiss bis grau, zeigt an der Grenze gegen das Rothliegende (Verucano) häufig granatführende Lagen.

Der Glimmerschiefer ist in diesem Falle stets wenig Quarz führend, daher milder und im Allgemeinen weicher (wenn de Granate nicht vorwiegend sind) als die nicht granatführenden, in welchen der Quarz herrschender wird, und die Glimmer-Lamellen mehr zurücktreten.

Es kommen aber auch in diesen quarzreichen Schichten milde fast nur aus Glimmer bestehende Schichten vor, zwischen welchen der Quarz ungleichmässig vertheilt in Linsen und

Knauern auftritt, oft von solcher Grösse, dass eine solche Quarzlinse den Querschnitt des Tunnels vollkommen decken kann.

l) ***der dunkle Glimmerschiefer*** ist in den südlichen Partien des durchforschten Gebietes herrschend; er ist grünlich bis schwärzlich grau, die Glimmer-Lamellen sind viel kürzer und niemals so zusammenhängend, wie im lichten oder weissen Glimmerschiefer; der Quarz ist viel dichter gedrängt zwischen diesen Lamellen, daher dieses Gestein härter als jenes. Es kommen wohl auch untergeordnet milde Lagen vor, in welchen die Glimmer-Lamellen zusammenhängender sind und der Quarz in concentrirterer Weise als Linsen und Knauern dazwischen gelagert ist, was eine Durchbrechung dieser Schichten erschwert und verzögert.

m) ***die Quarzitbänke*** im dunklen Glimmerschiefer treten in dem südlich von St. Christof gelegenen Theile des Gebietes auf.

Sie sind dem dunklen Glimmerschiefer, wenn auch in untergeordneter Mächtigkeit eingelagert, und bilden einen integrirenden Bestandtheil desselben. Nur das gänzliche Zurücktreten zusammenhängender Glimmer-Lamellen und die Auflösung derselben in einzelne winzige Glimmerblättchen, welche der Quarzmasse eingestreut sind, gibt dem Gesteine eine bedeutendere Härte, als dem früher beschriebenen. Diess war, wie schon erwähnt, ein Motiv zur Abtrennung und besonderen Ausscheidung dieser Lagen auf der Karte und in den Profilen.

Härte der vorkommenden Gesteine.

Eine der wichtigsten Voruntersuchungen bei Tunnelbauten bildet nebst der Bestimmung der vorkommenden Gesteinsgattungen jene der Ausdehnung oder Verbreitung der einzelnen Gesteine und der Härte eines jeden derselben.

Die mineralogische Härtescala lässt sich bei solchen Untersuchungen nicht als Basis annehmen, da die Gesteine meist Gemenge verschiedener Mineralien und diese für sich nicht leicht vom Gesteine trennbar sind, um sie einzeln zu bestimmen und hieraus eine Durchschnittshärte zu berechnen. Auch würde eine solche Härtebestimmung noch keinen Anhaltspunkt für das Zeitmass geben, in welchem ein Gestein von bestimmter Dicke zu durchbrechen wäre.

In der Praxis fehlen so ziemlich noch alle Anhaltspunkte, um von vorne herein das relative Arbeitserforderniss bei dem einen oder dem anderen Gesteine beurtheilen zu können.

Im Allgemeinen weiss man wohl, dass die Bohrung in Kalkgesteinen schneller als in Sandsteinen, in diesen wieder schneller als in Graniten, quarzigen Glimmerschiefern oder in feldspatreichen Eruptiv-Gesteinen vorschreitet.

Doch diess gilt alles nur für Steinbrucharbeit über Tag, wo nach Aussen hin keine Widerstandsfläche vorhanden ist.

Im Stollenbetrieb stellt sich jedoch der Effect ganz anders heraus, denn hier ist die einzige Richtung, in welcher der Schuss vorgeben kann, die Axe des Stollens innerhalb seines Querschnittes.

Die Studien über die Wirkung des Dynamites bei Sprengungen haben den Beweis geliefert, dass ein Gestein im Stollen oder im Schacht nie weiter aufgelockert wird, als das Bohrloch reicht, und dass es am vortheilhaftesten ist, ein Bohrloch von der Tiefe der halben Querschnittsdimensionen in der Mitte des Stollens oder Schachtes einzutreiben; ferner, dass man ein grösseres Vorgeben an Gestein, als die Tiefe oder Länge des Bohrloches reicht, im Tunnel oder Schacht nicht voraussetzen darf, und dass die ganze zu gewinnende Tiefe des Schachtes oder Länge des Tunnels erbohrt werden muss.

Es würde sonach, wenn in einer Zeiteinheit eine gemessene Länge in einem bestimmten Gestein erbohrt wäre, diese Länge und diese Zeiteinheit benützbar sein zur Vergleichung der mit derselben Kraft in derselben Zeiteinheit in einem anderen Gesteine erzielten Bohrlänge.

Diese Betrachtungen waren Veranlassung, die verschiedenen Gesteine des Arlberges auf einer Drehbank mit 20 Millimeter Bohrweite durchbohren zu lassen und sowohl die Zeit der Bohrung, wie die Länge des Bohrloches zu messen.

Diese von dem Geologen H. Wolf durchgeführten Messungen ergaben folgende relative Bohrlängen in Millimeter per Minute:

Trias	Aus 3	Exemplaren	Partnachmergel	2.733
	„ 4	„	Arlbergkalk	1.616
	„ 3	„	Dolomit	1.923
Verucano	„ 4	„	Verucano-Schiefer	1.722
	„ 5	„	„ Sandstein	0.586
	„ 3	„	„ Quarzit	0.330
Kristallinische Formation	„ 6	„	weissen Glimmerschiefer	0.537
	„ 11	„	dunklen „	0.489
	„ 4	„	von den Quarzitbänken	0.298

Die erzielte Bohrlänge per Minute kann als Mass für die Härte des Gesteines gelten.

Hier ist jedoch zu bemerken, dass die untersuchten Gesteine vorerst nur von der Oberfläche genommen und daher schon einer theilweisen Zersetzung oder Auflockerung unterworfen waren; es konnte demnach eine grössere Bohrlänge in derselben Zeit gewonnen werden, als bei den gleichen Gesteinen in der Tunnelsohle zu erwarten sein wird; namentlich wird diess bei den schiefrigen Gesteinen, dem Glimmerschiefer, dem Verucanoschiefer und Partnachmergel der Fall sein.

Wenn man die Kalkseite und die Glimmerschieferseite der Thäler betrachtet, ferner die Grösse der Schuttkegel, die Verbreitung des Gehängeschuttes und die Härte der Gesteine obiger Tabelle nebeneinander hält, so erkennt man, dass die kristallinische Seite dieser Thäler viel schuttfreier und freier von Murgängen sein müsse, als die Kalkseite; denn die Durchschnittshärte der Gesteine an der Kalkseite ist eine fünffach geringere, als an der ihr gegenüberliegenden, daher die Verwitterung und Zertrümmerung an der Kalkseite eine in ähnlichem Verhältnisse grössere.

Die offene Bahnlage ist daher auf der Seite der härteren Gesteine gesicherter, als auf der Seite der weichen Gesteine.

Ein anderes Verhältniss jedoch besteht bei der unterirdischen Bahn, wo die an der Oberfläche zerstörend wirkenden klimatischen Einflüsse auf die Gesteine nicht bestehen.

Da gibt die grössere Leichtigkeit der Bearbeitung dem weicheren Gesteine den Vorrang in der Wahl, wohin die Bahntrace unter gleichen anderen Verhältnissen gelegt werden soll.

Man hat am Mont-Cenis die Erfahrung gemacht, dass von dem 388 Meter mächtigen angefahrenen Quarzitlager im Jahre 1866 nur 212 Meter durchstossen werden konnten, während auf der anderen Seite des Tunnels, in Bardonnêche mit derselben Arbeitskraft 812·7 Meter quarzige Kalkschiefer durchfahren wurden. Das Arbeitserforderniss war in beiden Theilen des Tunnels gleich, doch die Leistung war in Bardonnêche die 3·83fache von jener im Quarze bei Modane.

Diese Auffassung schafft brauchbare Werthe, um die Arbeitsleistung bei Anwendung gleicher Kraft und gleicher Zeit in verschiedenen Gesteinen zu bestimmen und ihre Bohrlängen auf die Bohrlängen von Normalgesteinen zurückzuführen.

Als Normalgesteine zur Vergleichung eignen sich nur die einfachsten Gesteine und keine Gemenge, wie etwa die Verucano-Gesteine, die Partnachmergel oder Glimmerschiefer, also nur der Kalk oder der Quarz.

Es lassen sich diessbezüglich nachstehende Formeln aufstellen:

a) Die Quarzlänge eines Gesteines ist gleich der Bohrlänge im Gesteine x, getheilt durch die Bohrlänge im Quarz;

b) die Kalklänge eines Gesteines ist gleich der Bohrlänge im Gesteine x, getheilt durch die Bohrlänge im Kalk.

Aus den vorhin gegebenen Zahlen für die Bohrlänge in Millimeter per Minute berechnen sich nun die Aequivalente für Kalk und Quarz der verschiedenen Gesteine, wie folgt:

Gestein	Aequivalent für 1 Meter Quarz	Aequivalent für 1 Meter Kalk
Partnachmergel	9.11	1.69
Arlbergkalk	5.42	1.00
Dolomit	6.41	1.19
Verucano-Schiefer	5.74	1.07
„ Sandstein	1.95	0.336
„ Quarzit	1.10	0.204
Weisser Glimmerschiefer	2.16	0.401
Dunkler „	1.63	0.303
Quarzitbänke	1.00	0.184

Ausser den dem Arlberg entnommenen Mustersteinen wurden der Gesteinssammlung zum Zwecke der Vergleichung auch noch zwei dem Durchstiche des Mont-Cenis-Tunnels entnommene Gesteinsgattungen, und zwar einerseits Quarz, anderseits Antrazitischer Kalkschiefer beigeschlossen.

Der voraussichtliche Fortschritt des Tunnelausbruches in den für die verschiedenen Projecte zu durchfahrenden Gesteinsgattungen ist sowohl nach den Ergebnissen obiger Bohrversuche, wie auch mit Berücksichtigung der Erfahrungsresultate am Mont-Cenis und bei anderen, grösseren Tunnelbauten ermittelt worden.

Als Anhang zum geologischen Bau des Arlberges folgen im Nachstehenden noch einige Bemerkungen über die Wasserverhältnisse in den verschiedenen Gesteinsgattungen.

Die Gesteine des Arlberggebietes sind theils durchlässig, theils undurchlässig.

Die Glimmerschiefer, die Verucanoschiefer, die Partnachmergel sind gegenüber dem Kalke und Dolomit als relativ undurchlässige Gesteine zu bezeichnen, während die Verucano-Sandsteine und Quarzite in dieser Beziehung eine Mittelstellung einnehmen.

Die Bezeichnung „wasserundurchlässig“ gilt aber nur für die horizontale Lage der Schichten, wo ein und dieselbe Schichtlage über grosse Flächen verbreitet ist.

Sobald dieselben geneigt sind, treten mehrere, und bei steiler Steigung alle Schichtlagen an die Oberfläche, und lassen sodann die Trennungsflächen zwischen der einen und der ihr nächstfolgenden Schichte Raum genug für den Eintritt grösserer Wassermengen aus Bächen oder Rinnen, die in ihrem Laufe über die Schichtköpfe dieser Lagen hinweggehen.

So sind die Glimmerschiefer sehr steil, 70—90° gegen den Horizont geneigt. Dagegen nehmen von der Südgrenze des Kalkes gegen Nord die Neigungswinkel der Schichten an Steilheit immer ab.

Wie aus der geologischen Karte ersichtlich, liegen die grösseren Längen der Tunnelvarianten im Glimmerschiefer, die Schichten desselben stehen meist, wie diess das geologische Profil zeigt, in senkrechter Lage, so dass die Räume zwischen den Trennungsflächen der Schichten bis über das Niveau der gegenwärtigen Thaleinschnitte von Wasser erfüllt sind, und dieses gezwungen wird, über dem Niveau der Thalsohlen als Quellen wieder auszutreten. Nächst St. Christof sieht man mehrere derlei Beispiele.

Auf den Stufenplateaux der Stubinger- und Albona-Alpen, welche durch Gletscher ausgefurcht wurden, liegt eine Masse Moränenschutt von den Stirn- und Seitenmoränen, welche diese Stufen begleiten; diese schliessen zuweilen kleine Seebecken ab, in welchen sich die von grösseren Höhen ablaufenden Schneewässer und auch die aus den Schichten austretenden Quellen sammeln.

In dem diesem Berichte anliegenden Plane sind einzelne dieser kleinen Seen angedeutet.

Wird einmal dieses Glimmerschiefergebiet in einem tieferen als dem Niveau der bestehenden Thalsohlen durchstossen, so werden die gegenwärtig bis über das Niveau der Thalsohle mit Wasser erfüllten Spalten (und deren sind sehr viele) sich in die Tunnelsohle entleeren und ein Theil der an der Oberfläche austretenden Quellen constant diesen tiefern Ausweg nehmen.

Bei der Wahl der Richtungs- und Höhenlage des Arlberg-Tunnels waren nicht nur die ungünstigen klimatischen Verhältnisse, sondern auch das für den Tunnel zu durchfahrende Gestein, sowie die Terrainformation des Gebirgsstockes im Allgemeinen zu berücksichtigen, da alle diese Factoren auf den Bau der Bahn, auf deren Vollendungstermin und auf die Baukosten selbst wesentlichen Einfluss nehmen.

Aus diesem Grunde war es auch nöthig, für den Tunnel mehrere Varianten zu studiren, um durch Combination der für diese Varianten erzielten Ergebnisse mit jenen der offenen Bahnstrecken ein in jeder Hinsicht möglichst günstiges Resultat zu erreichen.

Aus den vorstehenden Erörterungen dürfte zur Genüge erhellen, dass die Wahl der Tunnel-Trace durch den Arlberg eine nicht minder interessante als complicirte technische Aufgabe bildet. In der That werden bei Durchbohrung des Arlberg-Tunnels in mancher Richtung grössere Schwierigkeiten zu überwältigen sein, als bei dem Durchstiche des Mont-Cenis zu überwinden waren, Schwierigkeiten, welche den für den St. Gotthard zu erwartenden in vieler Beziehung gleichkommen dürften.

c) Die Schneeverhältnisse und ihre Bedeutung für die Höhenlage des Arlberg-Tunnels.

(Hiezu die graphische Darstellung E als Beilage.)

Wie bekannt, zählen die klimatischen Verhältnisse und die damit im Zusammenhange stehenden Schneefälle und Schneestürme zu den hauptsächlichsten Schwierigkeiten des Alpenbahnbetriebes.

Für die Arlbergbahn, für welche selbstverständlich specielle meteorologische Beobachtungen aus früheren Jahren nicht vorlagen, konnten nur jene Beobachtungen Anhaltspunkte bieten, welche für die Offenhaltung der Arlbergstrasse gewonnen wurden; dieselben bieten aber eine reiche Quelle werthvoller Erfahrungen und sind desshalb für das Project der Arlbergbahn in sorgfältigster Weise berücksichtigt worden.

Das Klima und die meteorologischen Erscheinungen einer Gegend sind bekanntlich theils durch deren Höhenlage im Allgemeinen, theils durch andere, locale Ursachen bedingt.

Zu den Ursachen, welche vorzüglich die ungünstigen klimatischen Verhältnisse des Arlberges bedingen, gehört nebst der bedeutenden Massenerhebung des ganzen Gebirgszuges auch die Richtung der herrschenden Winde.

Zehnjährige Beobachtungen in Bludenz haben ergeben, dass die mittleren monatlichen Minima der Temperatur im November — 5.7, im December — 9.2, im Jänner — 9.7, im Februar — 8.5 und im März — 5.7 Grad Reaumur betragen, während die Temperatur am Arlberg zuweilen bis — 30 Grad Reaumur herabsinkt; ferner dass unter 100 Winden 23 von Norden, ebenso viele von Nordwesten, 16 von Nordosten und 13 von Osten wehen.

Desgleichen ergibt sich aus Beobachtungen, welche in der Strecke Bludenz-Landeck über die Schneehöhe, die Dauer der permanenten Schneelage und über die Zeitdauer vom ersten bis zum letzten Schneefall gemacht wurden, dass im Durchschnitte der Schnee zwischen Bludenz und Bratz 5 Monate hindurch 0.8 Meter, am Arlberg 6.8 Monate 4 Meter, zwischen Flirsch und Landeck hingegen nur $4^1/_2$ Monate lang 0.6 Meter hoch lag, und dass in der Strecke Stuben-St. Anton zwischen dem ersten und letzten Schneefall $7^1/_2$ Monate verstreichen.

Diese Beobachtungen, welche bis zum Jahre 1817 zurückreichen, sind in Beilage *E* grafisch dargestellt.

Eine noch weitere Grundlage für die Beurtheilung der Mächtigkeit des Schneefalles und der Schwierigkeiten, welche aus diesem Anlasse der Communication erwachsen, bilden die Rechnungen über die bisherigen Kosten des Schneebruches auf der Arlberger Strecke der Reichsstrasse zwischen Dalaas und Flirsch.

Obzwar die Freihaltung der projectirten Eisenbahn, bei welcher, wie bei Bahnen überhaupt, Schneefälle von 20 Centimeter Höhe nicht mehr durch das Bahnaufsichts-Personale allein beseitigt werden können, gewiss einen weit grösseren Kostenaufwand erfordern wird, als jene der Strasse, so lässt sich doch aus den betreffenden Documenten entnehmen und darthun, wie in Bezug auf den Schneefall die einzelnen Partien der Thäler sich zu einander verhalten.

Hiernach participiren in Vorarlberg die Strecken St. Christof-Stuben mit 35%, Stuben-Klösterle mit 18% und Klösterle-Dalaas mit 6%; in Tirol dagegen die Strecke St. Christof-St. Anton mit 27%, und jene St. Anton-Flirsch mit 14% der jährlichen Gesammtarbeitskosten.

In der vorerwähnten Beilage *E* sind nebst der absoluten Terrainerhebung, der durchschnittlichen Schneehöhe, der Dauer der permanenten Schneelage, auch die durch die Wegräumung des Schnees verursachten Kosten grafisch dargestellt.

Es zeigt diese Nebeneinanderstellung deutlich, dass die Vorarlberger Seite Bludenz-Stuben trotz der um 240 Meter geringeren verticalen Erhebung in Bezug auf die Schneeverhältnisse weit ungünstiger situirt ist, als die Tiroler Seite, und dass z. B. das höher gelegene St. Anton günstigere klimatische Verhältnisse aufweist als Klösterle, und diessbezüglich dem tiefer gelegenen Dalaas sehr nahe kommt.

Aus den grafischen Darstellungen ersieht man ferner, dass die Schneehindernisse auf der Bludenzer Seite in entsprechendem Masse grösser werden, als sich das Terrain erhebt, und in der Höhe zwischen 1060 und 1400 Meter rapid zunehmen, während von St. Anton abwärts die Schneelage und Schneedauer nur allmälig abnimmt. Diese Darstellungen bieten daher einen Anhaltspunkt zur Beantwortung der Frage, von welchem Niveau an es nicht mehr räthlich sei, die Bahn offen zu führen.

Je näher das Tunnelportale einerseits an Klösterle, andererseits an St. Anton gelegt wird, desto mehr wird die offene Bahn den unwirthlichen Regionen entrückt.

Wenn nun schliesslich noch die Meereshöhen verschiedener Tunnels, sowie die Passhöhe des Brenner mit dem Arlberg-Projecte in Vergleich gezogen wird (siehe die mehrerwähnte Beilage *E*), ferner die beim Betriebe jener Bahnstrecken gemachten, unangenehmen Erfahrungen in Erwägung gezogen werden, so sind für eine möglichst tiefe Lage des Arlberg-Tunnels weitere Argumente gegeben.

d) Gefällsverhältnisse des Kloster-Thales und des Rosana-Thales und deren Einfluss auf die für die Arlberg-Bahn anzunehmenden Steigungen.

Nachdem durch die ersten generellen Erhebungen die Trace im Allgemeinen fixirt und die für dieselbe tauglichen Thäler ermittelt wurden, war es nöthig, eine Entscheidung bezüglich der zu wählenden Steigung zu treffen, da die obwaltenden ungünstigen Längen- und Höhenverhältnisse der westlich des Arlberges gelegenen Thäler ohne besondere Hilfsmittel die Anwendung der für den Betrieb angestrebten Maximalsteigung von 25‰ = 1 : 40 nicht zuliessen.

Dem anfänglichen Programme gemäss sollte nämlich die projectirte Bahn von der Station Bludenz abzweigend theils am südlichen, theils am nördlichen Gehänge des Kloster-Thales, je nach dem sich auf dem einen oder dem andern die Terrainformation der Bahnanlage günstiger zeigt, und zwar der Art geführt werden, dass unter Einhaltung möglichst vieler Zwischenstationen das Plateau bei Stuben mit einem für den Betrieb möglichst günstigen Steigungsverhältnisse, und bei Vermeidung jeder ungerechtfertigten Entwicklung erreicht werde.

Von dort aus sollte der Arlberg mittelst eines thunlichst kurzen, womöglich schachtbaren Tunnels durchsetzt und die Trace unter Benützung des Rosana-Thales in das Niveau des Innthales bei Landeck geführt werden.

Während nun die Terrainformation auf der östlichen Arlbergseite zwischen St. Anton und Landeck, dem angestrebten Steigungsverhältnisse der Bahn von 25‰ entsprechend gefunden wurde, war diess zwischen Bludenz und Stuben nicht der Fall.

Zur Lösung der wichtigen Frage, welches Steigungsverhältniss sich zwischen Bludenz und Stuben mit Rücksicht auf die davon abhängigen Bau- und Betriebskosten empfehlen würde, sind drei verschiedene Varianten studirt worden.

Dieselben behandeln:

1. Die directe Verbindung zwischen Bludenz und Stuben ohne jede Entwicklung, durch eine am sonnseitigen Thalgewände gelegte, 29.27 Kilometer lange Bahnlinie mit der hieraus resultirenden Maximalsteigung von 33‰. (Diese Linie ist in den Plänen mit blauer Farbe eingezeichnet.)

2. Die Verbindung der beiden Punkte Bludenz und Stuben unter Anwendung von Kreiskehren, durch welche die Linie um 4 Kilometer verlängert, jedoch die Maximalsteigung auf 29‰ herabgemindert wird. (Diese Linie ist in den Plänen durch Zinnoberfarbe dargestellt.)

3. Die Beibehaltung der unter Punkt 2 gewonnenen Maximalsteigung von 29‰, jedoch Tieferlegung des Tunnelportales um circa 200 Meter und Verlegung desselben von Stuben gegen Langen zu, bei Vermeidung jeder künstlichen Entwicklung durch Kreiskehren. (Im Plane schwarz eingezeichnet.)

Da in der Strecke St. Anton-Landeck die Höhenverhältnisse, wie schon früher erwähnt, ungleich günstigere sind, so war für die Anlage der dortigen Trace nur zwischen der sonn- oder schattseitigen Lehne des Rosana-Thales zu wählen.

Um für diese Wahl entscheidende Anhaltspunkte zu gewinnen, wurden für beide Lehnen generelle Projecte ausgearbeitet.

Im Rosana-Thale zwischen Landeck und St. Anton ergibt sich vermöge der Höhenlage und Entfernung dieser beiden Endpunkte eine durchschnittliche Steigung von 1 : 52 = 19‰; eine unterhalb Flirsch befindliche Thalstufe macht eine gleichmässige Vertheilung der Steigung auf die ganze Thallänge von circa 29 Kilometer Länge undurchführbar, indem bei dem genannten Punkte in beiläufig halber Entfernung zwischen Landeck und dem westlichen Tunnelportale schon durch die Natur jene Höhe gegeben ist, unter welche das Bahnplanum nicht mehr gelegt werden durfte; in Folge dessen wurde für die untere Bahnstrecke das Maximum der Steigung von 1:40 = 25‰ angewendet und dadurch für die im oberen Thalabschnitte gelegene Strecke die Annahme günstigerer Steigungsverhältnisse ermöglicht.

Ausgehend von St. Anton fällt in der That die Bahn-Nivellette des Projectes der sonnseitigen Lehne (in den Situationsplänen blau dargestellt) im Verhältniss 1:55 = 18.18‰, geht hierauf in 1:44 = 22.7‰ und 1:43 = 23.2‰ über und behält von Strengen bis Landeck das Maximum von 1:40 = 25‰ bei.

Nach dem Projecte, welches die Trace an der schattseitigen Lehne behandelt (in den eben erwähnten Situationsplänen mit Zinnoberfarbe bezeichnet), ergaben sich die Verhältnisse mit Ausnahme einer circa 1.5 Kilometer langen Bahnstrecke unterhalb der Station St. Anton, auf welcher aus bauökonomischen Gründen das Gefälle von 25‰ eingeschaltet wurde, noch günstiger, sie betragen nämlich bis zur Station Flirsch 1:66 = 15.15‰ und 1:50 = 20‰, und von Flirsch weiter bis Landeck, ebenso wie für das andere Project 1:40 = 25‰.

Ueber die zweckmässigste Combination der beiderseits des Arlberg-Tunnels gelegenen Varianten, mit dem Arlberg-Tunnel selbst, wird das Nöthige erst nach Erörterung des letzteren angeführt werden.

Da selbstverständlich keine dieser möglichen Varianten schon *a priori* als die rationellste hingestellt werden konnte, vielmehr für jede einzelne derselben nebst den Baukosten auch die Betriebskosten in Rechnung gezogen werden mussten, indem nur die Gegenüberstellung der Bau- und Betriebskosten jedes einzelnen Projectes für die Wahl des einen oder anderen bestimmend werden konnte, mussten zur Erzielung genügender Gleichartigkeit die Erhebungen, Berechnungen und Nachweise für alle Projecte im gleichen Umfange durchgeführt werden.

Um bei der Wichtigkeit dieser Entscheidung die Grundlage für einen möglichst zuverlässigen Kostenvoranschlag der verschiedenen Projecte sowohl als der zugehörigen Tunnel-Varianten zu gewinnen, wurden die Terrainstudien auf das ganze Thalgebiet, das Gehänge und alle vorhandenen

Schluchten ausgedehnt und die erhobenen Terrainformationen in Karten von 1:2000 mittelst Horizontalcurven in Abständen von 5 zu 5 Meter dargestellt.

Diese Schichtenpläne, basirt auf die trigonometrische Aufnahme aller irgend charakteristischen Terrainpunkte, gewähren vollkommen Beruhigung darüber, dass etwaige spätere und mehr ins Detail gehende Untersuchungen auf Grund vervollständigter und in grösserem Massstabe ausgeführter Aufnahmen eine wesentliche Aenderung des einen oder anderen Projectes nicht veranlassen und namentlich auf den Kostenanschlag nicht in bemerkenswerther Weise einwirken werden.

Noch sei erwähnt, dass die Anlage der Stationen und die dadurch nothwendige Einschaltung von Horizontalen nicht so sehr durch den Localverkehr in diesen schwach bevölkerten Thälern, als vielmehr durch die Sicherung des Betriebes und die Terrainformation bedingt war. Da nämlich der Arlberg-Bahn, als der einzigen directen Verkehrslinie zwischen Tirol und der Schweiz, bald ein bedeutender Verkehr bevorstehen wird, die Bahnanlage jedoch aus ökonomischen Gründen ursprünglich nur für ein Geleise hergestellt werden sollte, so musste für den ungestörten Verkehr zumindest durch die Anlage einer hinreichenden Anzahl von Ausweichstellen vorgesorgt werden.

Ferner wurden in Berücksichtigung der ungünstigen klimatischen Verhältnisse und der daraus erwachsenden Betriebsschwierigkeiten die angenommenen Maximalsteigungen nur in den tiefer gelegenen Strecken angewendet, und je mehr die Trace sich dem Culminationspunkte der Bahn nähert, die Steigungsverhältnisse herabgemindert, wodurch die Zugkraft der Maschinen in jeder Höhenlage und unter allen Witterungsverhältnissen gleichmässig in Anspruch genommen wird; demgemäss wurde die auf der Bludenzer-Seite in den tiefer gelegenen Bahnstrecken angenommene Maximalsteigung von 33 %, respective 29 % in der Nähe des Culminationspunktes auf 31 %, beziehungsweise 27 % reducirt, so dass die sanfteren Steigungen in die unwirthlichere Region fallen.

Nicht minder empfehlenswerth erschien es, die vorkommenden Tunnels und besonders jene der Kreiskehren auf Kosten der offenen Bahn in sanftere Steigungen, und zwar durchgehends in die von 25 % zu legen.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass seinerzeit, und zwar über Anregung des k. k. Handelsministeriums vom 4. April 1870 der österreichische Ingenieurverein auf Grund der damals vorgelegenen, durch Private verfassten Projecte sein Gutachten über die für den Arlberg zu wählenden Steigungen, wie folgt, abgegeben hat: „Auf der östlichen Seite zwischen Landeck und St. Anton, in welcher Richtung sich der stärkste Verkehr entwickeln wird, ist die Maximalsteigung von 25 % = 1:40 entsprechend gewählt, auf der westlichen Thalseite aber ist eine Vermehrung der Steigung bis etwa zu 28 % = 1:36 vorzunehmen, je nachdem sich dadurch die Trace wesentlich günstiger zum Terrain gestaltet und die Baukosten entsprechend herabmindern lassen."

Noch sei als hieher gehörig darauf hingewiesen, dass auch am Mont-Cenis, in Folge der dazu zwingenden Terrainverhältnisse, die Bahn in ihrer Ausdehnung von Susa bis Modane das Steigungsverhältniss von 32 % und bei der Giovi-Bahn eine Strecke von 2.5 Kilometer Länge die noch stärkere Steigung von 35 % erhalten musste.

e) Bezeichnung der für den Arlberg-Tunnel bearbeiteten fünf Tracen, sowie deren Verbindung mit den anstossenden offenen Bahnstrecken.

(Siehe die diesem Berichte angeschlossenen Schichtenpläne, Beilage A und B.)

Durch die vorhergehenden Erläuterungen wurde die Nothwendigkeit dargelegt, für den Arlberg-Tunnel sowohl zur Feststellung seiner Höhenlage, wie auch seiner Richtung in Rücksichtnahme auf die zu durchfahrenden Gesteinsgattungen mehrere Varianten dem Detailstudium zu unterziehen.

In der That wurden fünf verschiedene Tunnel-Tracen studirt und sind diese in den angeschlossenen Schichtenplänen durch verschiedene Farben und Bezeichnungen ersichtlich gemacht, und zwar:

1. Die Tunnel-Trace Nr. I.

Diese Trace, durch eine blaue unterbrochene Linie bezeichnet, ist 5.518 Kilometer lang; sie liegt in gerader Richtung, hat ihren Tunneleingang bei Stuben in der Meereshöhe von 1406 Meter, ihren Tunnelausgang im Arl-Thale bei der Meereshöhe von 1451 Meter. Dieser Tunnel ist unschachtbar, liegt der ganzen Länge nach im dunklen Glimmerschiefer und erfordert, wie aus den bezüglichen Berechnungen zu entnehmen ist, eine Bauzeit von circa 11 Jahren.

2. Die Tunnel-Trace Nr. II.

Diese Trace ist durch zwei blaue Linien, deren eine voll, die andere punktirt gezogen ist, dargestellt und hat eine Länge von 6.410 Kilometer; Orts- und Höhenlage des Tunnel-Ein- und Ausganges sind nahezu gleich mit jenen der Trace Nr. I; die Tunnelrichtung ist zweimal gebrochen, wodurch die Anlage von zwei Schächten ermöglicht wird.

Diese Trace liegt zum grösseren Theile im Glimmerschiefer, theilweise jedoch im Kalkstein; die Bauzeit des Tunnels ist mit circa 7 Jahren berechnet.

3. Die Tunnel-Trace Nr. III.

Diese Trace ist mit zinnoberrother Farbe bezeichnet; ihre Länge beträgt 6.810 Kilometer; das westliche Tunnelende liegt bei Stuben 1410 Meter hoch, das östliche in der March-Thalschlucht oberhalb St. Anton 1368 Meter hoch; die Trace ist in ihrer Richtung einmal gebrochen, lässt die Anlage zweier Schächte zu, liegt theils im Glimmerschiefer, theils im Kalkstein und erfordert circa 7.5 Jahre Bauzeit.

4. Die Tunnel-Trace Nr. IV.

Diese Trace ist in der Karte grün eingetragen, sie hat eine Länge von 7.620 Kilometer und liegt durchaus in einer Geraden. Das westliche Tunnelende liegt bei Stuben 1410 Meter, das östliche in der Moccaschlucht bei St. Anton 1330 Meter hoch; diese Tracelage gestattet die Anlage eines Schachtes.

Der Tunnel liegt der ganzen Länge nach im Glimmerschiefer und erfordert 8.5 Jahre Bauzeit.

5. Die Tunnel-Trace Nr. V.

Diese in der Karte durch schwarze Farbe bezeichnete Trace hat eine Länge von 12.4 Kilometer; ihr westliches Tunnelende liegt bei Langen 1210 Meter hoch, ihr östliches bei St. Jacob 1260 Meter hoch. Die Richtung musste, um den Tunnel möglichst in der Kalksteinformation führen zu können, zweimal gebrochen werden.

Für diesen Tunnel sind drei Schächte projectirt; die Bauzeit dürfte 8.5 Jahre beanspruchen.

f) Kosten und Bauzeiten der fünf verschiedenen Tunnel-Varianten.

Bei der Feststellung der Kosten und Bauzeiten für jede der einzelnen Tunnel-Varianten wurden namentlich auch die bei dem Baue des Mont-Cenis-Tunnels gemachten Erfahrungen berücksichtigt, und diess umsomehr, als die Durchbohrung des Arlberges gleichfalls nur durch mechanische Kraft unter Anwendung von comprimirter Luft erfolgen soll.

Ein ungünstiger Umstand, der für die Kosten und die Bauzeit des Mont-Cenis-Tunnels von wesentlicher Bedeutung war, lag darin, dass die ausserordentliche Höhe des über demselben sich erhebenden Gebirges die Möglichkeit der Herstellung von Schächten gänzlich ausschloss, der Bau daher nur von den beiden Mündungen aus betrieben werden konnte.

Ferner war bei diesem seinerzeit ganz ohne Muster dastehenden riesenhaften Unternehmen eine grosse Zahl kostspieliger Vorversuche, welche insbesondere die Verminderung der Kosten und

die Beschleunigung der Arbeiten zum Zwecke hatten, unvermeidlich — Versuche, die selbstverständlich bei jedem späteren unter ähnlichen Verhältnissen auszuführenden Tunnelbaue wegfallen werden.

Da von den fünf für den Arlberg bearbeiteten Tunnelprojecten vier die Anlage eines oder auch mehrerer Schächte in verschiedener Tiefe zulassen, ja in Berücksichtigung dieses Vortheiles die Tracen dreier dieser Projecte in gebrochene Linien gelegt wurden; da es ferner ausser Zweifel steht, dass die Abteufung dieser Schächte und der Ausbruch des Richtortes von den Schächten aus, mit Anwendung comprimirter Luft möglich ist, und dadurch weitere Angriffspunkte für den Bau geschaffen werden, so werden die aus den Berechnungen resultirenden Bauzeiten grösseren Differenzen kaum unterliegen.

Die Kosten für die einzelnen Tunnelarbeiten wurden nach ihrer Gattung gesondert, auf Grund von Preis-Analysen detaillirt zusammengestellt.

Sie wurden getrennt:

I. In die Kosten für die Einrichtung der verschiedenen Werkplätze.

A) Die Kosten für Einrichtung der Werkplätze an den beiden Tunnelmündungen; dielben belaufen sich für Herstellung und Einrichtung der erforderlichen Gebäude nebst Anschaffung und Aufstellung der Maschinen etc. auf 1,320.000 fl.;

B) die Kosten für die Einrichtung eines Werkplatzes beim Schachtbetrieb, wozu die Kosten für den Ankauf und die Herstellung der Bohrmaschinen, sowie aller für die Förderung und Wasserhebung erforderlichen Apparate, ferner die Herstellungen zur Unterkunft der Arbeiter gerechnet wurden.

Diese Kosten betragen für Schächte bis zu 300 Meter Tiefe 135.550 fl., und für solche über 300 Meter Tiefe 138.550 fl.

Für den Betrieb der Luftcompression an beiden Tunnelmündungen sind die bei Langen und St. Anton vorhandenen Wasserkräfte vollkommen ausreichend, während beim Schachtbetrieb nur Dampfmaschinen in Anwendung kommen können.

Wiederholt vorgenommene Messungen der Bäche bei Stuben haben ergeben, dass dieselben im Minimum 15 Kubikfuss Wasser per Secunde zu liefern vermögen, die bei dem erreichbaren Gefälle von 400 Fuss circa 750 Pferdekräfte repräsentiren.

Es muss überdiess noch bemerkt werden, dass durch Situirung der Wasserwerke in einem tiefer gelegenen Thalabschnitt (etwa in Oberlangen) gewiss auf das doppelte Wasserquantum zu rechnen sein würde, da die Alfenz zwischen Stuben und Langen mehrere quellenreiche Bergbäche aufnimmt.

Durch die solchen Falles erforderliche Verlängerung der Luftleitung wäre ein Kraftverlust nicht zu besorgen, da nach den bezüglichen Erfahrungen am Mont-Cenis die Reibung der Luft in den Röhren und der Luftverlust durch Ausströmen an den Röhrenfugen nur unbedeutend ist, und überhaupt nicht die Länge der Luftleitung, sondern die Schnelligkeit des Betriebes im Richtstollen die Menge des Luftverbrauches bestimmt.

An der Ostseite des Arlberges bei St. Anton ist Wassermangel gewiss nicht zu besorgen, da die Rosana an dieser Stelle allein circa 180 Kubikfuss Wasser in der Secunde liefert, und bei Anordnung von 40 Fuss Gefälle 950 Pferdekräfte zu erreichen sind.

II. In die Kosten der Auffahrung des Richtortes.

Da von der Schnelligkeit, mit welcher die Arbeit im Richtstollen fortschreitet, die Vollendung des ganzen Tunnels abhängt, so wurde dieser für die Schätzung der Bauzeit wichtige Factor in den betreffenden Zusammenstellungen mit besonderer Ausführlichkeit behandelt.

Aus den Bohrversuchen, welche an den Gesteinen vorgenommen und deren Resultate schon im geologischen Theile dieses Berichtes angeführt wurden, und in Berücksichtigung der an den

gleichen Gesteinen am Mont-Cenis beobachteten Bohrwiderstände, war es möglich, für die am Arlberg vorkommenden Gesteinsgattungen — von weichen zu härtern übergehend — einen monatlichen Fortschritt von 90 bis 18 Meter (im Kalke 65 Meter) zu berechnen; hienach variiren die Gesammtkosten für die Auffahrung eines currenten Meters Richtortes von 7 Quadratmeter Querschnitt in den verschiedenen Gesteinen von 240 bis 1200 fl. (im Kalke 330 fl.).

Auf derselben Grundlage ergab die Rechnung, dass bei Auffahrung des Richtortes vom Schachte aus der Arbeitsfortschritt per Monat in den verschiedenen Gesteinsgattungen zwischen 62 und 12 Meter liege, und die Kosten sich per currenten Meter auf 256 bis 1300 fl. stellen werden (im Kalke auf 352 fl.).

III. In die Kosten der Schachtauffahrung.

Diese belaufen sich im Kalkstein bei einem Querschnitt von 17.2 □ Meter und dem monatlichen Arbeitsfortschritt von 30 Meter auf 309 fl.; im Glimmerschiefer oder Sandstein bei einem Fortschritt von 15 Meter hingegen auf 517 fl. per currenten Meter.

Der bezeichnete Querschnitt von 17.2 □ Meter wurde unter der Voraussetzung eines grösseren Wasserandranges und der Bewältigung desselben mittelst Wasserhubmaschinen für nöthig erachtet.

Die Berechnung der Baudauer geschah unter der Annahme, dass die Richtstollen und die Schächte mittelst Bohrmaschinen unter Anwendung von comprimirter Luft aufgefahren werden.

IV. In die Kosten des Tunnelausbruches.

Es sind diess die Kosten für die Ausweitung des Tunnels bis zu seinem ganzen Profile; die Ausweitung soll im Wege gewöhnlicher Minir-Arbeit erfolgen. Die Kosten belaufen sich per Kubikmeter Tunnelausbruch, ohne Transport des Materiales, auf 5 bis 15 fl.

Der Arbeitsfortschritt soll überdiess, und zwar dadurch beschleunigt werden, dass zur Sprengung der Minen statt des Pulvers Dynamit in Anwendung gebracht wird.

Der muthmassliche Baufortschritt am Ende eines jeden Jahres ist in den einzelnen dem k. k. Handelsministerium vorgelegten Special-Längenprofilen durch römische Ziffern ersichtlich gemacht.

Jedenfalls werden die Bauvorbereitungen am Arlberge ein Jahr in Anspruch nehmen, daher am Ende des ersten Jahres ein eigentlicher Baufortschritt im Tunnel und den Schächten nicht angenommen wurde.

Die Kostenberechnungen für alle fünf Tunnelprojecte wurden auf Grund gleicher Einheitspreise durchgeführt, und sind deren Ergebnisse in der summarischen Zusammenstellung ersichtlich gemacht.

Alle hier etwa nicht erörterten weiteren, auf den Bau der Tunnel-Varianten, auf die jährlichen Fortschritte in den verschiedenen Gesteinsgattungen, ferner auf die Baukosten und die Einrichtung der Werkplätze Bezug habenden Daten können aus der im Projecte enthaltenen Kostenberechnung und Preis-Analyse entnommen werden.

g) Normalien für die Projecte der Arlberg-Bahn.

Grundeinlösung.

Die Grundeinlösung, sowie der Unterbaukörper der currenten Bahn, somit sämmtliche Objecte und Tunnels, welche zu beiden Seiten des Haupttunnels liegen, sind hier bloss für ein Geleise berechnet.

Kronenbreite und Dimensionen der Entwässerungs-Gräben.

Die Krone des Unterbaues ist mit 6 Meter angenommen; dabei soll dieselbe des Wasserabzuges wegen derart abgeflacht werden, dass von der Schwellenoberkante gemessen, die Tiefe des Schotterbettes von der Mitte gegen die beiden Seiten hin zunimmt.

Der Erdkörper springt auf jeder Seite um mindestens 0.5" über den Schotterfuss vor, so da die fictive Kronenbreite des Erdkörpers in der Höhe der Schwellenoberkante wenigstens 4.4" b trägt; da, wo das Schotterbett von Grabenmauern eingefasst wird, wurde die Kronenbreite desselb auf 3.6" vermindert, so dass die Breite des Bahnkörpers inclusive der beiderseits 0.4" breit Grabenmauern 4.4" beträgt.

Die Entwässerungsgräben haben in keinem Falle weniger als 0·25" Sohlenbreite und 0·75" Tie unter der Schwellenoberkante zu erhalten.

Dämme.

Dämme an flacher Lehne sind mit $1^1/_2$füssiger Böschung, an ansteigender Lehne mit einfüss gen Böschungen und Steinschlichtung oder Abpflasterung herzustellen.

Dämme bei zunehmender Ansteigung der Lehne sind mit $^1/_2$füssigen Trockenmauern, bei be sonders steilen Lehnen mit $^1/_6$ füssigen im Mörtel auszuführenden Stützmauern, eventuell m Fussmauern projectirt.

Einschnitte.

Einschnitte in Schotterlehnen sind einfüssig und bei grösserer Tiefe mit Wandmauer projectirt.

In zerklüfteten Felsen wurden $^1/_2$füssige Böschungen und Banquett-Mauern, im festen Felse $^1/_6$ bis $^1/_{10}$füssige Böschungen auszuführen beantragt.

Durchfahrten, Durchlässe und Ueberfahrten.

Sämmtliche Objecte sind aus solidem Materiale, d. h. ganz aus Stein oder aber aus Stei und Eisen projectirt.

Die bis zur Bahnkrone reichenden Durchlässe und Brücken haben im Bahnniveau eine lichte Breite von wenigstens 4.4 Meter und werden, insoferne es die Sicherheit erfordert, mit Geländern oder gemauerten Brustwehren versehen.

Die Dimensionen der Durchfahrts- und Durchflussöffnungen sind den Localverhältnissen entsprechend bestimmt, und wurde im Allgemeinen bei den Durchfahrten eine lichte Höhe von wenigstens 4.5 Meter angestrebt.

Bei Ueberfahrtsbrücken über die Bahn ist die lichte Breite zwischen den Widerlagern mit 8 Meter, die lichte Höhe über der Schienenoberkante mit mindestens 4.8 Meter angenommen worden.

Tunnels.

Die ausser dem Haupttunnel anzuführenden Tunnels haben in der Schwellenhöhe eine lichte Breite von 4.5 Meter, und als lichte Höhe über den Schwellen 5.3 Meter. Bei längeren Tunnels sind von 50 zu 50 Meter Ausweich- oder Rettungsnischen angeordnet.

Der Arlberg-Tunnel ist wegen des Kostenvergleiches sowohl für ein als für zwei Geleise berechnet. In den Zusammenstellungen der gesammten Baukosten ist jedoch der Arlberg-Tunnel als für zwei Geleise ausgeführt angenommen worden.

Für die eingeleisige Herstellung des Arlberg-Tunnels wurden die Dimensionen der anderen vorerwähnten Tunnels auch für diesen angewendet; bei zweigeleisiger Herstellung ist die lichte Breite des Tunnels in der Schwellenhöhe mit 7.6 Meter, die lichte Höhe desselben über den Schwellen mit 6.18 Meter angenommen worden.

Oberbau.

Rücksichtlich des Oberbaues sei noch bemerkt, dass die Geleisweite selbstverständlich die allgemein adoptirte von 1.436" ist, welche in Curven entsprechend erweitert wird.

Das Schotterbett hat in der Höhe der Schwellenoberkante eine wirkliche Kronenbreite von wenigstens 3.4 Meter und in der Bahnaxe gemessen eine Tiefe von wenigstens 0.45 Meter.

In Bögen, deren Halbmesser 400 Meter oder weniger beträgt, sind an der convexen Seite Steinbanquette zur Sicherung des Schotterbettes projectirt.

Die Schienen sollen 7 Meter Länge erhalten. In den currenten Strecken, mit Ausnahme der currenten Geleise in den Stationen, sind Stahlschienen, 5·09 Zollcentner schwer, für die Stationsgeleise jedoch Eisenschienen, 4·96 Zollcentner schwer, beantragt.

In Bögen unter und bis inclusive 400 Meter Radius sind für jeden Zwischenschweller, sowohl am äussern als auch am innern Schienenstrange Zwischenplatten, bei sanfteren Bögen jedoch nur je eine Mittelplatte per Schiene in Antrag gebracht.

Für sämmtliche Oberbau-Schwellen und Extrahölzer ist Lärchenholz in Rechnung gebracht worden.

B. Besonderer Theil.

Beschreibung der einzelnen Projecte.

Der Hauptsache nach wurden zwei von einander unabhängige Projecte für die Arlberg-Bahn ausgearbeitet, deren jedes für die Durchfahrung des Arlberges selbst wieder mehrere Varianten umfasst.

Das erste Project, in allen Beilagen mit Nr. 1 bezeichnet, behandelt die Trace, welche von Bludenz nach Stuben in directer Linie führt, ohne jede Entwicklung mit der Maximalsteigung von 33‰ und unter Annahme der Tunnel-Projecte I und II; vom östlichen Tunnelende, beziehungsweise von St. Anton weiter nach Landeck geht die Trace ununterbrochen auf den sonnseitigen Gehängen des Rosana-, respective Stanzerthales.

Diese Trace ist in der Situation mit blauer Farbe dargestellt.

Das zweite Project, in allen zugehörigen Beilagen mit Nr. 2 bezeichnet, behandelt als Hauptlinie diejenige Trace, welche von Bludenz aus mit der Maximalsteigung von 29‰ und unter Anwendung der Kreiskehren bei Langen den Tunneleingang bei Stuben erreicht, mittelst Tunnel Nr. III den Arlberg durchsetzt, bis unterhalb St. Anton auf der nördlichen Lehne, sodann aber bis Landeck ununterbrochen auf der südlichen Lehne (Schattenseite) des Rosanathales bleibt.

Für die Tunnelpartie sind diesem zweiten Projecte noch die Varianten Nr. IV und V angeschlossen, deren im früher behandelten Abschnitte *c)* bei Beschreibung der verschiedenen Tracen des Arlberg-Tunnels erwähnt wurde.

Die Trace dieses zweiten Projectes mit dem zugehörigen Tunnel Nr. III ist in den Situationsplänen zinnoberroth, die Variante mit dem Tunnel Nr. IV grün und die Variante ohne Kreiskehren mit dem Tunnel-Projecte Nr. V schwarz dargestellt.

Mit correspondirenden Farben sind auch in der, diesem Berichte angeschlossenen summarischen Zusammenstellung die Baukosten ersichtlich gemacht.

Im Nachfolgenden werden nunmehr diese Projecte näher besprochen werden.

Project Nr. 1 (blaue Linie).

Zusammenstellung der Bau- und Betriebslängen für die Strecke Bludenz-Landeck.

Bezeichnung der Linie	Baulänge (Abzweigung der neuen Linie vom Stationsplatze Bludenz bis zum Ende der Station Landeck)		Betriebslänge (von Mitte zu Mitte der Aufnahmsgebäude der Endstationen Bludenz und Landeck)	
	Kilometer	Meilen	Kilometer	Meilen
Blaue (sogenannte obere) Linie:				
mit dem Tunnel Nr. I	68.309	9.003	68.556	9.036
„ „ „ Nr. II	69.057	9.102	69.304	9.134

A. Strecke Bludenz-Stuben.

Von der bestehenden Station Bludenz an folgt diese Trace in gerader Richtung dem Illthale, auf die Länge von 1 Kilometer, erhebt sich dann mit der Steigung von 1 : 100 = 10‰ und 1 : 66.6 = 15.15‰ rasch über die Thalsohle, übersetzt bei St. Peter den Brunnenbach, den Mühlkanal, sowie nahezu im Niveau die Reichsstrasse, und wendet sich sogleich der das Alfenzthal begrenzenden nördlichen Lehne zu, deren sanften Windungen sie bis St. Leonhard in einer Steigung von 33‰ folgt.

Nach entsprechend hoher Ueberbrückung des Grubertobels nähert sich die Trace nochmals der Strasse auf circa 20 Meter, nimmt dann eine mehr nördliche Richtung, dem sanft geneigten Terrain der Barbirwiesen folgend, und erreicht nach Uebersetzung des Almintobels die Station Bratz, die Ortschaften Radin, Ausser- und Inner-Bratz rechts lassend.

Die Unterbauarbeiten in dieser Strecke sind von keiner Bedeutung.

Da die Trace bis St. Leonhard sich im Durchschnitte nur circa 15 Meter über den Thalboden erhebt, sind auch keine besonderen baulichen Vorkehrungen nöthig.

Kurze Felsenabschnitte wechseln mit unbedeutenden Dammanschüttungen.

Kanäle von 1 bis 2 Meter Spannweite gestatten den bergseits sich ansammelnden Regenwässern ihren Abzug.

Nach der Uebersetzung des Grubertobels bleibt die Nivellette der currenten Bahn und der Station Bratz nahezu im Terrain.

Von der Station Bratz an erhält die Trace, die Mulden der dortigen geschiebreichen Wildbäche überschreitend, die Steigung von 32‰, mit der sie sich an der rechtseitigen, steilen Lehne bis zur Station Klösterle entwickelt.

Nur bei der Rosanaschlucht, auf eine Strecke von 1 Kilometer, wurde der beiden Tunnels wegen die mässigere Steigung von 25‰ eingeschaltet. Die Uebersetzung des Mühl- und Falltobels erfordert keine bedeutenden Objecte; dagegen mehren sich die Bauschwierigkeiten in dem Masse, als das Bahnniveau sich von dem Thalboden entfernt und die Consolidirung des Bahnkörpers erschwert.

Die 300 Meter lange Station Hintergasse wurde an einer geeigneten, vor Wasserläufen und Lawinen geschützten Stelle projectirt.

Um die Uebersetzung der breiten Thalschlucht des Schmidtobels möglichst zu verringern und gleichzeitig an Entwicklungslänge zu gewinnen, war die Anlage eines 270 Meter langen Tunnels nöthig. Gleiche Rücksichten waren massgebend für die Führung der Trace über die Thalmulde des Höllentobels, gegenüber dem Orte Dalaas.

Der unter Gantek projectirte Tunnel erhält die Länge von 290 Meter.

Der Schmidtobel wird mittelst einer eisernen Gitterbrücke von 60 Meter lichter Oeffnung übersetzt.

Der 15 Meter weite gewölbte Durchlass für den Höllentobel ist mit Rücksicht auf die dortigen, gefährlichen Murbrüche projectirt.

Für die 360 Meter lange Station Dalaas eignet sich am besten die östliche Lehne der früher genannten Thalmulde. Die Bahn umgeht sodann zunächst den Felsvorsprung oberhalb der Kirche, und zieht sich an der Felslehne gegen die Radonaschlucht, welche nicht unmittelbar vor ihrer Einmündung ins Alfenzthal bei Wald überschritten werden konnte.

Um die geeignetste Uebergangsstelle dieser 50 Meter hohen und circa 100 Meter weiten Uebersetzung zu gewinnen, musste die unterirdische Führung der Bahn zu beiden Seiten der Felslehne, im Anschluss an die in einem Bogen von 800 Meter Radius liegende Brücke, ausgewählt werden. In diesen beiden Tunnels von 360 und 390 Meter Länge wurde das günstigere Steigungsverhältniss von 1 : 40 oder 25‰ angewendet.

Für den weiteren Verlauf der Trace bis gegen Danöfen ist die zu benützende Lehne durch mehrere Wasserläufe ausserordentlich zerrissen, und wechseln tiefe Einschnitte und hohe Anschüttungen in rascher Aufeinanderfolge.

Ausser der eben genannten Radona-Uebersetzung und der 30 Meter hohen und 60 Meter weiten Uebersetzung des Spreubaches ist auf dieser, 3 Kilometer langen Strecke noch eine weitere Anzahl grösserer Kunstbauten nöthig, so dass der Bau zwischen Dalaas und Klösterle sich zum kostspieligsten der Strecke Bludenz-Stuben gestaltet.

Die Bahnlinie, welche sich von Bratz an immer mehr über die Thalsohle erhebt, erreicht bei der Station Klösterle die nicht unbedeutende Höhe von circa 200 Meter über derselben. Da jedoch das Alfenzthal zwischen Klösterle und Stuben rascher ansteigt, als die Bahn, deren Steigung wegen Zunahme der ungünstigen klimatischen Verhältnisse auf $31^0/_{00}$ herabgemindert wurde, so nähert sich die letztere schon bei Oberlangen der Thalsohle, und ermöglicht die Unterfahrung des Bergsturzes bei Stuben mittelst eines 1530 Meter langen, meist geraden Tunnels. Die geringe Höhe, mit der sich die Nivellette über die Sohle der beiden Passiertobel erhebt, sowie die geringe Constructionshöhe der Objecte würde den fast jährlich hier streichenden, massigen und ausgedehnten Lawinen keinen ausreichenden Durchgang gestatten, daher dort eine offen geführte Bahn sehr gefährdet wäre.

Bei der sanften Steigung der ganzen Schutthalde würde sich auch die Anlage von Schutzdächern keineswegs empfehlen, da diese dem Schnee zu viel Angriffspunkte darböten. Es schien daher die Tunnelirung dieser Strecke das geeignetste Mittel, um diesen Gefahren auszuweichen.

Für die Strecke von Dalaas aufwärts, bis an den vorerwähnten Bergsturz bei Stuben, waren ähnliche Vorkehrungen gegen die dortigen Schutt- und Lawinenstürze nicht geboten, da diese bisher immer den Schluchten folgten, und man durch entsprechende Erhöhung und Verbreiterung der betreffenden Objecte der von dieser Seite drohenden Gefahr auszuweichen vermochte.

Nach dem Austritt der Bahn aus der oberen Tunnelmündung unterhalb Stuben erhebt sich ihr Planum wieder 15 bis 18 Meter über dem Thalbecken und erreicht nächst dem Orte Stuben die Station gleichen Namens, welche vermöge ihrer hohen Lage über dem Terrain sowohl gegen Verwehungen, als auch gegen Lawinenstürze hinreichend und ungleich mehr als das Dorf selbst geschützt ist.

B. Arlberg-Tunnel.

In Stuben, woselbst die Bahn 1406 Meter über der Meereshöhe gelegen ist, bildet die projectirte Bahn den höchst gelegenen offenen Theil. Hier beginnt der Arlberg-Tunnel Nr. II, $6{\cdot}_{41}$ Kilometer lang, dessen westliche Mündung am rechten Alfenzufer unmittelbar hinter der Kirche zu liegen kommt.

Die Steigung des Tunnels beträgt auf 3650 Meter Länge nur $1 : 70 = 0{\cdot}_{0137}$. Das Bahnniveau culminirt in einer 145 Meter langen Horizontalen, 1456 Meter über dem Meeresspiegel und fällt hierauf 2700 Meter lang mit $1 : 540 = 0{\cdot}_{0018}$ gegen St. Anton. Der Tunnel liegt von seiner westlichen Mündung an, auf circa 2 Kilometer Länge, im Kalkstein, und erreicht dann den Glimmerschiefer, in welchem er bis zum Tunnelausgange verbleibt.

Diese Tunneltrace verfolgt die Thäler des Rautz- und Arlbaches; ihre Richtung ist zweimal, und zwar einmal durch einen Bogen von 700 Meter Radius und ein zweites Mal bei St. Christof durch einen solchen von 600 Meter Radius unterbrochen.

Der Bau kann von den beiden Tunnelmündungen und von zwei Schächten aus, die sowohl in den Situationsplänen, wie in den Längenprofilen angedeutet erscheinen, in Angriff genommen werden.

Ausser diesem Tunnelprojecte besteht noch eine Variante, das Project Nr. I, $5{\cdot}_{518}$ Kilometer lang. Diese schlägt am linken Alfenzufer bei Stuben ihre westliche Tunnelmündung im Glim-

merschiefer ein, durchschneidet in gerader Linie unter einem Winkel von 30 Grad die westliche Streichrichtung der dortigen Gebirgsschichten und endet nach der östlichen Tunnelmündung des Projectes Nr. II.

Die Nivellette steigt im Tunnel 2704 Meter lang mit 1:52 (0.0192) culminirt in einer 125 Meter langen Horizontalen mit 1458 Meter Seehöhe, und fällt 2700 Meter lang mit 1 : 540 (0.0018) gegen das östliche Tunnelende.

C. Strecke St. Anton-Landeck.

Nach Austritt aus der 1451 Meter hoch liegenden östlichen Tunnelmündung gelangt die Trace mit einem Bogen von 250 Meter Radius und dem Gefälle von 1 : 60 = 16.66 ‰ aus der Arlbach-Schlucht zur Station St. Anton, deren Länge 500 Meter betragen soll.

Zwei Kilometer unter der Station kreuzt die Bahn die Arlberg-Strasse im Niveau, übersetzt hierauf den Steissbach und fällt, die sonnseitige Lehne hinter dem Dorfe St. Anton einhaltend, und nach Durchbrechung einer vorstehenden Felsnase mit 1 : 55 = 0.0181 gegen die Station St. Jacob, deren Plateauherstellung eine nicht unbedeutende Aufdämmung erfordert.

Die Gestaltung des Terrains von St. Anton bis St. Jacob gehört im Allgemeinen, und besonders wegen der Solidität des Untergrundes, zur günstigsten auf der ganzen Strecke St. Anton-Landeck.

Ausser den Brücken über den Junkerbrunnenbach und den Steissbach mit je 40 Meter lichter Oeffnung, dann einem 130 Meter langen Tunnel hat nämlich der Abschnitt vom Tunnelende bis St. Jacob keine bedeutenderen Kunstbauten aufzuweisen.

Von St. Jacob abwärts wird die Lehne für die Bahnanlage ungünstiger. Schluchten wechseln mit vorstehenden Bergnasen, und geben dem Terrain auf circa 2 Kilometer ein ungemein zerrissenes Ansehen.

Ein nördlich von St. Jacob nothwendiger Tunnel erhält die Länge von 70 Meter.

Von St. Jacob bis Flirsch fällt die Bahn mit 1 : 44 = 22.7 ‰, geht dann in 1 : 43 = 23.2 ‰ über, und erreicht mit 1 : 40 = 25 ‰ die Thalsole bei Landeck.

Zwischen Gant und Pettneu dominiren auf mehr als 2 Kilometer Länge ausschliesslich leicht verwitterbare Felslehnen mit Gehängschutt-Halden überdeckt, und machen die Führung der Bahn sehr unsicher, daher dort die Anlage ausgedehnter Stützmauern unvermeidlich wäre.

Kurz vor Pettneu gewinnt die Trace zwar wieder festen Fuss, gelangt aber bald in das Inundationsgebiet der Pettneuer Wildbäche, deren Schutt- und Schneelawinen dem Dorfe schon wiederholt beträchtlichen Schaden zugefügt haben.

Der Bahnhof Pettneu ist nördlich vom Orte situirt, 428 Meter lang, und von der Strasse leicht zugänglich.

Nachdem die Bahn den aus dem Galatintobel kommenden Lawinenzug passirt hat, schmiegt sie sich wieder der Berglehne an und bedingt dort zu ihrer Sicherung abermals die Anlage hoher Stützmauern.

Da unmittelbar vor Schnan der Höhenunterschied der Trace und der Thalsohle circa 60 Meter beträgt und die Bahnanlage in den dortigen Gehängschutt-Halden eine solide Grundlage nicht finden kann, musste die Unterfahrung mittelst eines 450 Meter langen Tunnels, dessen Profil ins feste Muttergestein zu liegen käme, in Aussicht genommen werden.

Rücksichtlich der Bahnführung nächst der auf einem Schuttkegel liegenden Ortschaft Schnan selbst war die angestrebte Vermeidung umfangreicher Gebäude-Einlössungen massgebend gewesen.

Von Schnan abwärts nähert sich die Trace rasch der Thalsohle, übersetzt die Reichsstrasse, verfolgt die verschiedenen Terrainwindungen der Schotterkegel bei Flirsch und gelangt ohne beson-

dere Bauschwierigkeiten zur Station Flirsch, welche zwischen dem Orte und dem Flusse projectirt ist. Die Höhenlage der Nivellette am unteren Bahnhofende gestattet für die Reichsstrasse die Anlage einer Durchfahrt. Bis Landeck bleibt die Reichsstrasse sodann stets zur rechten Seite der Bahn.

Die wellenförmig gebildete, von zahlreichen Bergwässern benetzte Berglehne gestattet es der Bahn von Flirsch bis Strengen nicht mit ihrer Entwicklung immer dem Terrain zu folgen, wesshalb Einschnitte und Aufdämmungen mit einander wechseln; wegen der überdiess nur geringen Erhebung über den Fuss der Lehne werden die Baukosten dadurch nicht wesentlich vergrössert.

Die projectirte Station Strengen ist theils im Damm, theils im Einschnitt gelegen.

Von Strengen weiter gegen Landeck nehmen die Bauschwierigkeiten zu. Gleich unmittelbar unterhalb Strengen erheischt die Umfahrung des dem Schlosse Wiesberg gegenüberliegenden Bergvorsprunges die Ausführung von 3 Tunnel-Durchbrüchen durch vorspringende Felsnasen und ausserdem mehrere Versicherungen an Rutschlehnen.

Zwischen Strengen und Pians fällt die Rosana nach ihrer Vereinigung mit der Trisana rasch ab, die Trace erhebt sich daher wieder hoch über die Thalsohle und bedingt die hohen Uebersetzungen des Pianser- und Grimsertobels, sowie anderer tief eingeschnittener Seitenthäler. Der Piansertobel wird 40^{m} hoch und 40^{m} weit; der Grimsertobel 25^{m} hoch und 30^{m} weit überbrückt.

Das Hochplateau bei Pians eignete sich in dieser Strecke am besten zur Anlage einer (300 Meter langen) Station.

Die vielfach durchfurchte Lehne von hier bis Landeck erfordert grössere Erdbewegungen und einen 65 Meter langen Tunnel.

Für den Stationsplatz Landeck wurden die sanft gegen den Fluss geneigten Felder bei Zams zwischen der Strasse und dem Inn-Flusse in Aussicht genommen. Die dortigen localen Verhältnisse gestatten es nicht, der mit 800 Meter Länge projectirten Station eine grössere Längenausdehnung zu geben.

Unter den Arbeiten auf der Strecke St. Anton-Landeck wäre noch der nicht unbedeutenden Regulirung der Inn-Serpentine bei Perjen zu erwähnen. Die Brücke über den dort zu regulirenden Innfluss erhält 60 Meter Spannweite, die Uebersetzung erfolgt horizontal.

Steigungs- und Krümmungs-Verhältnisse.

In dem Absatze *d* des allgemeinen Theiles ist schon über die Maximalsteigungen im Allgemeinen gesprochen worden.

In der hier besprochenen Trace Nr. I wurde die Maximalsteigung von 1 : 30.$_3$ = 33 $^0/_{00}$ nur in der Strecke von Bludenz bis zur Station Bratz auf circa 5 Kilometer Länge angewendet.

Der Minimalradius von 250 Meter wurde für 110 Curven in Anwendung gebracht. Die Gesammtlänge dieser Bögen beträgt circa 18 Kilometer, d. i. 26 $^0/_0$ der ganzen Länge der Strecke Bludenz-Landeck.

Von der oben genannten, 69 Kilometer langen Strecke liegen 50 $^0/_0$ in 224 Geraden und 50 $^0/_0$ in 238 Bögen.

Zwischen Contrabögen sind stets Gerade von 40 Meter Minimallänge eingeschaltet.

Die Zahl der Nivellettebrüche beträgt für die ganze Strecke 32.

Die nachfolgenden Tabellen ergeben die im Längenprofile vorkommenden Niveau- und Richtungs-Verhältnisse in übersichtlicher Zusammenstellung.

Tabellarische Uebersicht der Niveau-Verhältnisse.

Steigungs-Verhältnisse		Linie des Projectes Nr. 1 (blau) mit dem Tunnel Nr. II		Steigungs-Verhältnisse		Linie des Projectes Nr. 1 (blau) mit dem Tunnel Nr. I	
$1:\frac{l}{h}$	$1000\,\frac{h}{l}$	Länge in Metern	% der Gesammtlänge	$1:\frac{l}{h}$	$1000\,\frac{h}{l}$	Länge in Metern	% der Gesammtlänge
$1:\infty$	0.000	4.424	6.4	$1:\infty$	0.000	4.452	6.5
1:100	0.010	669	1.0	1:100	0.010	669	1.0
1:80	0.0125	800	1.1	1:80	0.0125	800	1.1
1:73	0.0137	3.650	5.2	1:66.67	0.015	808	1.2
1:66.67	0.015	808	1.1	1:59.112	0.0169	650	1.0
1:60.241	0.0166	480	0.7	1:55.249	0.0181	7.815	11.5
1:55.555	0.0180	5.115	7.5	1:55.631	0.019	2.704	4.0
1:54.054	0.0185	2.700	4.0	1:44.014	0.02272	9.372	13.7
1:44.014	0.02272	9.372	13.5	1:43.103	0.0323	4.816	7.0
1:43.01	0.02325	4.816	7.0	1:40	0.025	11.160	16.3
1:40	0.025	11.160	16.1	1:32.258	0.031	3.811	5.6
1:32.258	0.031	3.811	5.5	1:31.25	0.032	16.360	24.0
1:31.25	0.032	16.360	23.7	1:30.3	0.033	4.892	7.1
1:30.30	0.033	4.892	7.1				
	Summe.	69.057	100.0		Summe.	68.309	100.0

Die Bahn steigt von Bludenz 896.9m
„ „ „ „ Landeck 686.0m
in Summe . 1.582.9m
bei der Gesammtlänge der Bahn von 69.057m
resultirt hiernach eine mittlere Steigung von
1 : 43.6 = 22.9‰.

Die Bahn steigt von Bludenz 898.9m
„ „ „ „ Landeck 688.0m
in Summe . 1.586.9m
bei der Gesammtlänge der Bahn von 68.309m
resultirt hiernach eine mittlere Steigung von
1 : 43 = 23.2‰.

Tabellarische Uebersicht der Richtungs-Verhältnisse.

	Project Nr. 1 (blaue Linie) mit dem Tunnel Nr. II				Project Nr. 1 (blaue Linie) mit dem Tunnel Nr. I			
	Anzahl der Bögen	Radius in Metern	Länge in Metern	% der Gesammtlänge	Anzahl der Bögen	Radius in Metern	Länge in Metern	% der Gesammtlänge
	110	250	18.069	26.17	111	250	17.896	26.20
	53	300	5.819	8.43	54	300	5.997	8.78
	10	350	1.065	1.54	10	350	1.065	1.56
	23	400	2.605	3.77	23	400	2.605	3.81
	2	450	287	0.41	2	450	287	0.42
	13	500	1.671	2.40	13	500	1.671	2.45
	10	600	1.907	2.76	10	600	1.634	2.39
	3	700	801	1.16	2	700	335	0.49
	7	800	1.220	1.77	7	800	1.220	1.78
	1	900	178	0.25	1	900	178	0.26
	6	1.000	981	1.42	5	1.000	894	1.31
Summe der Bögen	238		34.603	50.10	238		33.782	49.45
Summe der Geraden	224		34.454	49.90	224		34.527	50.55
			69.057	100.00			68.309	100.00

Anzahl und Lage der Stationen.

Die Wahl der Stationen war, wie schon früher bemerkt, nicht so sehr durch den Localverkehr, als vielmehr mit Rücksicht auf die Anforderungen eines regelmässigen Betriebes bedingt.

Sämmtliche Stationen sind horizontal und nur bei ausnahmsweise ungünstigen Verhältnissen in der Minimallänge von 300 Meter, sonst durchwegs mit grösseren Längen projectirt.

Bei denjenigen Bahnhofanlagen, welche die erwähnte geringere Längenausdehnung erhalten müssten, wurden, soweit diess die Terrainverhältnisse zuliessen, Sturzgeleise angeordnet, um die Kreuzung längerer Züge zu ermöglichen.

Die Lage und die Bestimmung der einzelnen Stationen ist in der nachstehenden Tabelle ersichtlich gemacht.

Stationen des Projectes Nr. 1 (blaue Linie) mit dem Tunnel Nr. II.

Post-Nr.	Name der Station	Länge der Station in Metern	Meereshöhe in Metern	Lage der Mitte des Aufnahms-Gebäudes bei Kilometer	Entfernungen der einzelnen Stationen		Entfernungen der Wasserstationen		Anmerkung
					Kilom.	Meilen	Kilom.	Meilen	
1	Bludenz	521.5	559.10	.					Wasserst., Heizhaus für 6 Maschinen.
					6.995	0.92	6.995	0.92	
2	Bratz	300	739.34	6.530					Wasserstation.
					4.880	0.64			
3	Hintergasse . . .	300	884.94	11.410			8.870	1.17	
					3.990	0.53			
4	Dalaas	360	1001.74	15.400					Wasserstation.
					9.470	1.25	9.470	1.25	
5	Klösterle	300	1287.86	24.870					Wasserstation.
					4.290	0.57	4.290	0.57	
6	Stuben	429	1406.00	29.160					Wasserst., Heizhaus für 2 Maschinen.
					7.440	0.98	7.440	0.98	
7	St. Anton	500	1443.00	36.600					detto
					5.320	0.70			
8	St. Jacob	300	1350.00	41.920			10.050	1.32	
					4.730	0.62			
9	Pettneu	428	1251.00	46.650					Wasserstation.
					5.520	0.73	5.520	0.73	
10	Flirsch	300	1137.00	52.170					Wasserstation.
					5.250	0.69			
11	Strengen	384	1025.00	57.420			10.440	1.38	
					5.190	0.69			
12	Pians	300	900.00	62.610					Wasserstation.
					6.229	0.82	6.229	0.82	
13	Landeck	800	770.00	68.839					Wasserst., Heizhaus für 6 Maschinen.
	Summe .	.	.	.	69.304	9.14	69.304	9.14	

Die Anzahl der Stationen beträgt 13.

Die mittlere Entfernung beträgt . . . . . 6.300 Kilometer = 0.832 Meilen,

„ „ „ der Wasserstationen beträgt . . 7.000 „ = 0.924 „

welche jedoch nach Bedarf ohne besondere Kosten vermehrt werden können.

Die Anzahl der Wächterhäuser beträgt 75;

die mittlere Entfernung derselben . . . . . 1.083 Kilometer = 0.143 Meilen.

Für das Project Nr. 1 mit dem Tunnel Nr. I sind dieselben Stationen, wie für Project Nr. 1 mit dem Tunnel Nr. II projectirt; durch die Verkürzung des Tunnels rücken jedoch die Stationen Stuben und St. Anton näher aneinander und beträgt die Entfernung derselben 6.692 Kilometer, statt wie früher 7.440 Kilometer. Im Uebrigen gilt auch für dieses Project die vorige Tabelle; demgemäss ergibt sich für Project Nr. 1 mit Tunnel Nr. I:

Die Anzahl der Stationen 13;
die mittlere Entfernung derselben . . . . . 5.688 Kilometer = 0.751 Meilen;
„ „ „ der Wasserstationen . . . . . 7.617 „ = 1.005 „
Anzahl der Wächterhäuser 73;
mittlere Entfernung derselben . . . . . 0.980 „ = 0.129 „

An Brücken und Durchlässen etc. enthält die Linie des Projectes Nr. 1 mit Tunnel Nr. II folgende:

a) **Objecte unter 20 Meter Spannweite.**

33 offene Objecte	mit zusammen	33	Meter	Spannweite;
30 Objecte mit Eisenconstruction .	„ „	224	„	„
36 gedeckte Objecte	„ „	36	„	„
72 gewölbte „	„ „	233	„	„
Summe . 171 Objecte	mit zusammen	526	Meter	Spannweite.

Es entfallen somit per Kilometer Länge im Durchschnitt 8.4 Meter lichte Oeffnung, oder per Meile 63.8 Meter lichte Oeffnung.

Für das Project Nr. 1 mit dem Tunnel Nr. I kommt zu den oben angeführten Objecten noch ein weiteres mit 10 Meter Spannweite hinzu; deren Gesammtzahl beträgt sonach 172 mit zusammen 536 Meter Spannweite.

---

b) **Objecte über 20 Meter Spannweite.**

Post-Nr.	Lage bei Kilometer	Bezeichnung der Objecte	Anzahl der Oeffnungen	Gesammt-Lichtweite in Metern
1	10.420	Brücke über einen Wasserriss	1	40
2	13.495	„ „ den Schmidtobel	1	60
3	18.400	Viaduct „ „ Rosanabach	2	100
4	20.280	Brücke „ „ Glangtobel	1	40
5	21.565	„ „ „ Spreubach	1	60
6	22.670	„ „ eine Schlucht	1	25
7	25.150	„ „ einen Tobel	1	40
8	26.365	„ „ „ Bach	1	40
9	0.850	„ „ den Innfluss	1	60
10	5.540	„ „ „ Grimsertobel	1	30
11	6.670	„ „ eine Schlucht	1	40
12	29.850	„ „ den Steissbach	1	40
13	31.280	„ „ einen Bach	1	40
		Zusammen 13 Objecte .	14	615

per Kilometer entfällt also 9.8 Meter Lichtweite,
„ Meile „ „ 74.4 „ „

Für Project Nr. 1 mit Tunnel Nr. I sind die gleichen 13 Objecte mit den gleichen Spannweiten auszuführen.

c) Tunnels.

Lage und Länge der für die sogenannten offenen Bahnstrecken herzustellenden Tunnels bleiben für das Project Nr. 1 mit Tunnel-Variante II dieselben, wie für Project Nr. 1 mit Tunnel-Variante I; dieselben sind im Nachstehenden zusammengestellt.

Post-Nr.	Lage bei Kilometer	Geologische Beschaffenheit	Länge in Metern
1	13.080 bis 13.350	Kalkstein	270
2	14.510 „ 14.800	„	290
3	17.920 „ 18.280	„	360
4	18.495 „ 18.885	„	390
5	22.550 „ 22.580	„	30
6	26.720 „ 28.250	Schiefer	1.530
7	5.600 „ 5.665	Gerölle	65
8	8.510 „ 8.570	Schiefer	60
9	8.860 „ 8.970	„	10
10	9.070 „ 9.110	„	40
11	20.170 „ 20.620	Gerölle	450
12	26.390 „ 26.460	Schiefer	70
13	27.250 „ 27.380	„	170
		Summe .	3.835

Es entfallen daher per Kilometer offene Bahnlänge 61.2 Meter Tunnellänge.
„ „ „ „ Meile „ „ 462.5 „ „

Der Arlberg-Tunnel selbst hat für Variante Nr. II: 6410 Meter; für Variante Nr. I: 5518 Meter Länge.

Tunnel Nr. II liegt in einer Länge von circa 2 Kilometer im Kalkstein, mit seiner übrigen Länge im Glimmerschiefer. Tunnel Nr. I dagegen liegt ganz im Glimmerschiefer.

Project Nr. 2 (rothe Linie).

(Siehe die Uebersichts-Längenprofile, Beilage D.)

Wie schon früher erwähnt, behandelt dieses Project die tiefer gelegene Trace mit der Maximalsteigung von 29‰, den Kreiskehren bei Langen und den Tunnel-Varianten III und IV.

Die zu diesem Projecte noch gehörige Variante, bei welcher die Kreiskehren vermieden wurden, wird nebst dem zugehörigen Tunnel Nr. V im Spätern besonders besprochen werden.

Zusammenstellung der Bau- und Betriebs-Längen für die Strecke Bludenz-Landeck.

Bezeichnung der Linie	Baulänge (Abzweigung der neuen Linie vom Stationsplatze Bludenz bis zum Ende der Station Landeck)		Betriebslänge (von Mitte zu Mitte der Aufnahmsgebäude der Endstationen Bludenz und Landeck)	
	Kilometer	Meilen	Kilometer	Meilen
Rothe (sogenannte untere) Linie:				
mit dem Tunnel Nr. III	69.540	9.165	69.675	9.183
„ „ „ Nr. IV	68.702	9.055	68.837	9.073

A. Strecke Bludenz-Stuben.

An die Endstation Bludenz der im Bau befindlichen Vorarlberger Bahn anschliessend, verfolgt die Trace in ihrem östlichen Zuge das Illthal, steigt mit 8‰ und 18‰ gegen das Alfenz-Thal und übersetzt bei St. Peter die Reichsstrasse, die sie sodann bis Ober-Bings rechts lässt.

Bei Kilometer 2 beginnt die stärkere Steigung von 29‰, welche bis zur Station Dalaas nur durch die beiden Horizontalen der Stationsanlagen Bratz und Hintergasse unterbrochen wird.

Auch für diese tiefer gelegene Trace wurde die sonnseitige Lehne gewählt, da die steilen Gehänge des Schwarzhorns die Führung am linken Ufer der Alfenz von vorneherein ausschlossen.

Nachdem die Trace bei St. Leonhard die Reichsstrasse abermals, und zwar zweimal kreuzt, folgt sie ohne Bauschwierigkeiten auf beinahe 2 Kilometer Länge den Terrainwindungen der flachen Schuttkegel zahlreicher von den Felswänden der Pitschiköpfe kommenden Wildbäche.

Die Wahl des Platzes für die Station Bratz war bei den günstigen örtlichen Verhältnissen keine schwierige; die Situirung dieser Anlage zwischen dem Almin- und Winkeltobel, nahe der Reichsstrasse, erschien diessbezüglich als die geeignetste.

Nach dem Austritt aus der Station Bratz erreicht die Bahn das Ueberschwemmungsgebiet des Partell- und Mühlentobels, wesshalb deren Anlage durch genügende Erhebung über das Terrain, sowie durch eine hinreichende Anzahl von Durchlässen gesichert werden musste. Im weiteren Verlaufe entfernt sich die Bahn immer mehr von der Thalsohle, und die Bauschwierigkeiten mehren sich in dem Grade, als die Ansteigung an den steilen Lehnen zunimmt.

Die Stationsanlage bei Hintergasse konnte nur im Anschnitt der Berglehne situirt werden.

Ausser der Ueberbrückung eines breiten und tiefen, Lawinen führenden Wasserrisses mittelst einer 50 Meter weiten Brücke kommen auf der Strecke Bratz-Hintergasse keine bedeutenderen Objecte vor.

Von Hintergasse bis über die Station Dalaas hinaus und weiter bis Klösterle lassen die schmalen Seitenschluchten eine längere Entwicklung der Trace nicht zu. Die Bahn übersetzt daher die verschiedenen Tobel an deren Einmündung in das Hauptthal, so den Schmid-, Höllen-, Radona-, Stelzis-, Glang- und Spreutobel, und bedingt demgemäss grössere Kunstbauten, wie auch zahlreiche Futter- und Stützmauern.

Der felsige Untergrund ist jedoch überall fest und für die Bahnanlage solid.

Die meisten Gehängschutt-Halden werden in einer Höhe angeschnitten, in welcher die Böschungen durch Verflechtungen leicht versichert werden können.

Die Station Dalaas wurde auf der Hochfläche hinter der Kirche, jene von Klösterle an der Lehne vor der Uebersetzung des Wettlitobels nördlich vom Dorfe projectirt.

Die Aufdämmung des Bahnhofplateaus in Klösterle ist durch Stützmauern geschützt.

Von dieser Station ab geht die Trace auf offener Lehne bis über den Ort Langen hinaus, auf welchem Zuge sie den gefährlichen Lawinentobel mit einer 40 Meter weiten Ueberbrückung übersetzt, dringt sodann in die Berglehne und nimmt in einem 530 Meter langen Kehrtunnel bei einem Radius von 250 Meter die südliche Direction, wobei die Reichsstrasse unterfahren und nach Uebersetzung des Alfenzthales die schattseitige Lehne gewonnen wird, an deren Gehängen sie sich in westlicher Richtung mit 27‰ ansteigend entwickelt; vor dem Eintritt in den zweiten Wendetunnel jedoch wird die Steigung durch die Horizontale der Station Langen unterbrochen.

Das Steigungsverhältniss in den beiden Kreiskehren wurde mit 1 : 40 oder 25‰ normirt.

Durch diese künstliche Verlängerung der Trace wird es möglich, trotz der angenommenen günstigeren Steigungsverhältnisse, welche unter dem des durchschnittlichen Thalgefälles bleiben, das Plateau bei Stuben noch mit offener Bahn zu erreichen.

Vor Stuben, wo die Nivellete sich wieder der Thalsohle nähert, nehmen auch die Bauschwierigkeiten ab.

Die Station wurde an der Lehne südlich vom Dorfe unmittelbar vor der Tunnelmündung auf einer circa 10 Meter hohen Anschüttung beantragt, wodurch, wie beim ersten Projecte, die Gefahr der Schneeverwehungen und der Lawinenverschüttung hintangehalten wird.

B. Arlberg-Tunnel.

Zu der im vorigen Abschnitte beschriebenen (rothen) Trace gehören die beiden Tunnel-Varianten Nr. III und Nr. IV.

Das westliche Portale der ersteren, das ist des Tunnels Nr. III (rothe Linie), welcher eine Länge von 6.81 Kilometer besitzt, liegt 1410 Meter hoch, unmittelbar hinter der Kirche von Stuben im Kalkstein; der Tunnel bleibt in diesem Gesteine auf circa 2 Kilometer Länge und erreicht dann die lichte und dunkle Glimmerschiefer-Varietät, welche er bis zu seiner östlichen, 1368 Meter hohen Mündung in der Marchthal-Schlucht verfolgt.

Die gerade Richtung des Tunnels ist bei Rautz durch einen 388 Meter langen Bogen von 700 Meter Radius unterbrochen. Der Bau dieses Tunnels kann von den beiden Tunnel-Eingängen aus und ausserdem auch noch durch zwei (in den Situationsplänen und Längenprofilen ersichtlich gemachte) Schächte, 269.4 und 416.3 Meter tief, in Angriff genommen werden.

Die zweite Tunnel-Variante Nr. IV (grün), 7.62 Kilometer lang, zieht fast ausschliesslich durch den lichten und dunklen Glimmerschiefer, und verbindet mittelst einer Geraden den westlichen Eingang, den es mit dem III. Projecte gemein hat, mit dem östlichen in der Mocca-Schlucht, nordwestlich von St. Anton gelegen.

Die Bahn steigt gegen den 1413 Meter hoch gelegenen Culminationspunkt auf 2310 Meter Länge mit $1:770 = 0.00129$, bleibt sodann 164 Meter lang horizontal und fällt hienach mit $1:62 = 0.0161$ auf 5146 Meter Länge bis an das östliche, 1330 Meter über dem Meere gelegene Tunnelportal.

Ein 366 Meter tiefer Schacht ermöglicht den Bauangriff nach zwei Richtungen auch von der Mitte aus.

C. Strecke St. Anton-Landeck.

Gleich nach dem Austritte aus der östlichen, 1368 Meter hoch über dem Meeresniveau gelegenen Mündung des Tunnels Nr. III wird ein vorspringender Felsgrat mittelst eines 130 Meter langen und grösstentheils überwölbten Einschnittes passirt. Die Trace-Entwicklung beginnt vom Haupttunnel angefangen mit dem Gefällsverhältnisse 1:45, das unterhalb der Station St. Anton in 1:40 übergeht, welch' letzteres Gefälle jedoch nur bis zur Uebersetzung des Rosana-Thales, circa 4 Kilometer von der Arlberg-Tunnelmündung entfernt, beibehalten wurde. Die Lehne mit den raschen und kurzen Terrainvorsprüngen bedingt zwischen dem Tunnelausgange und St. Anton die Anwendung zweier Tunnels von je 70 und 90 Meter Länge. Zwischen beide fällt die Kreuzung der Reichsstrasse.

Der Bahnhof St. Anton ist unmittelbar am Orte an sanft ansteigendem Gelände projectirt.

Die günstige Situirung des Bahnhofes sowohl, als auch die gegenüber St. Anton von der südlichen Lehne kommenden ausgedehnten Lawinenzüge waren Veranlassung, dass die Trace nicht gleich nach ihrem Austritte aus dem Arlberg an die schattseitige Lehne gelegt wurde.

Mittelst der 24 Meter hohen und 30 Meter weiten Rosanabrücke bei Nasserein, welche der Reichsstrasse gleichzeitig zur Durchfahrt dient, übersetzt die Trace das Rosana-Thal, und bleibt mit einem Gefälle von 1:66 oder 15‰ und ohne bis Pettneu bedeutenden Schwierigkeiten zu begegnen, auf der rechtsseitigen Thallehne, welche bis Landeck als für die Bahnanlage geeignet erkannt wurde.

Von der Station Pettneu, am Fusse der Lehne gelegen, bis Flirsch beträgt die Erhebung der tte über den Wasserspiegel der Rosana selten mehr als 10 Meter.

Die aus den Wasserrissen vorgeschobenen Schuttkegel, sowie die am Fusse der Lehne flachgelagerten Verwitterungsproducte nehmen die Bahnlinie leicht auf und vermeiden grössere Erdbewegungen.

Unterhalb der Station Flirsch gestalten sich sowohl die Steigungs- als Richtungs-Verhältnisse weit ungünstiger.

Nachdem die Trace in der Nähe von Flirsch dem Flussbette bei der schon früher im allgemeinen Theil besprochenen Thalstufe möglichst nahe gekommen, entfernt sie sich wieder rasch von der Thalsohle, indem das Gefälle des Flusses ungleich stärker ist, als das der Bahn, und erreicht bei der Trisana-Uebersetzung die grösste Höhe mit 77 Meter über dem Wasserspiegel.

In der 8900 Meter langen Strecke zwischen Flirsch und Pians konnte wegen Einhaltung des Maximalgefälles von $1:40 = 25^0/_{00}$ eine Zwischenstation bei Strengen nicht eingelegt werden, da sonst die Nivellette unter das Niveau der mehrfach erwähnten Thalstufe gekommen wäre. In baulicher Beziehung bietet diese Strecke die meisten Schwierigkeiten dar.

Das wechselvolle Terrain bedingt mannigfache Einschnitte und Aufdämmungen.

Vorspringende Felsnasen oder unsichere Schotterlehnen werden mittelst 4 Tunnels, die zusammen 250 Meter lang sind, unterfahren.

Der 160 Meter weite und über 70 Meter hohe Viaduct mit 3 Oeffnungen über die Trisana-Schlucht bei Wiesberg ist der grösste Kunstbau der ganzen offenen Bahnstrecke von Bludenz bis Landeck; ausserdem sind noch in der Strecke Flirsch-Pians 45 theils offene, theils gewölbte Objecte von 2 bis 10 Meter lichter Oeffnung erforderlich.

Um dem Bahnkörper sichere Stützflächen zu geben, müssen die Constructionen oft bis in die Thalsohle hinabreichen.

Von der Station Pians, deren Plateau abermals circa 50 Meter über dem Rosana-Thale situirt werden musste, senkt sich die Bahn allmälig gegen das Inn-Thal, welches nach dessen Uebersetzung bei Landeck erreicht wird.

Für die Anlage der Station Landeck erwies sich das von der Strasse und dem Inn gebildete Dreieck, unmittelbar bei Landeck, als der hiefür geeignetste Platz, falls nicht der Feldercomplex bei Zams vorgezogen werden sollte, mit Hinblick auf eine etwaige künftig nothwendige Vergrösserung des Bahnhofes.

Für die Tunnel-Variante Nr. IV bleibt die vorbeschriebene (rothe) Trace in ihrer Ausdehnung von Bludenz bis Stuben unverändert; vom östlichen Tunnelende jedoch bis Nasserein, Kilometer 43, verfolgt die an Tunnel Nr. IV sich anschliessende Trace eine von der rothen Linie abweichende, und zwar die in den Situationsplänen grün ersichtlich gemachte Richtung. Von Nasserein abwärts bis Landeck gilt auch für Tunnel-Variante Nr. IV die für Project 2 (mit Tunnel III) früher beschriebene Trace.

Um, wie schon im allgemeinen Theil, Abschnitt *d*, erwähnt wurde, den Vortheil der bei dem Projecte 2 erzielten geringeren Maximalsteigung von $29^0/_{00}$, mit dem einer tieferen Tunnellage, unter Vermeidung von Kreiskehren, zu combiniren, wurde zu dem vorliegenden Projecte Nr. 2 eine weitere Alternative ausgearbeitet, als:

Variante zu Project Nr. 2.

(Im Plane A mit schwarzer Farbe ersichtlich gemacht. Siehe das Längenprofil F.)

Der zu dieser Alternativlinie gehörige Tunnel ist mit Nr. V bezeichnet, liegt zwischen Langen und St. Jacob und hat eine Länge von 12.4 Kilometer.

Die Baulänge von Bludenz bis Landeck beträgt für dieses Project . . . . 63.677 Kilometer
oder . . . . . 8.393 Meilen,
die Betriebslänge . . . . . 63.812 Kilometer
oder . . . . . 8.410 Meilen.

Die Abzweigung dieser Variante von der unteren Trace, d. i. von der des Projectes Nr. 2, erfolgt im Alfenz-Thale bei Wald, Kilometer 19.7.

Auf der westlich vom Arlberg gelegenen Strecke wurden für dieses Project statt der Stationen Klösterle und Stuben, jene von Danöfen und Langen in Antrag gebracht.

Das Bahn-Niveau steigt für diese Variante von Kilometer 19.7, beziehungsweise von Station Danöfen in dem Verhältnisse von 27 pro Mille, bleibt daher tiefer als jenes der vorbehandelten rothen Linie.

Durch diese Tieferlage wird die Consolidirung des Bahnkörpers erleichtert und werden unter Einem die Höhendimensionen der Bauobjecte nicht unwesentlich verringert.

Zwischen Kilometer 25 und 26 wird vorerst die Reichsstrasse 13 Meter hoch, sodann das Alfenz-Thal 5.8 Meter hoch übersetzt, wonach die Bahn zu dem 12.4 Kilometer langen Arlberg-Tunnel Nr. V gelangt. Unmittelbar vor dem westlichen Tunneleingange ist die Station Langen in Antrag gebracht. Das Tunnelportale liegt nur 1210 Meter über dem Meeresniveau.

Im Tunnel durchschneidet die Trace in ihrer anfangs nordöstlichen Richtung den Glimmerschiefer und den Kalkstein, wendet sich sodann bei Kilometer 29 im Bogen von 600 Meter Radius östlich, folgt der Kalkformation bis Kilometer 37, nimmt sodann mittelst eines Bogens von 400 Meter Radius eine südöstliche Richtung und erreicht, den Sandstein durchfahrend, bei St. Jacob den Tunnelausgang.

Diese Tunneltrace wurde ausschliesslich in Berücksichtigung der geologischen Erhebungen und der Natur des zu durchsetzenden Gesteines gewählt.

Sie bleibt demgemäss so lange wie möglich im Kalke, während der Glimmerschiefer nur in möglichst geringer Ausdehnung durchfahren wird.

Durch einen 154 Meter tiefen Schacht zwischen Langen und Stuben soll der Bau zwei weitere Angriffspunkte gewinnen; ebenso bedingen die beiden vorerwähnten Tracewendungen die Abteufung zweier weiterer Schächte, von denen der eine bei Stuben, zugleich als Förderschacht verwendet, 206 Meter und jener bei St. Jacob 344.5 Meter Tiefe erhalten werden. Die Situirung der erwähnten drei Schächte ist in den Situationsplänen und in den Längenprofilen ersichtlich.

Die Nivellette steigt im Tunnel (vom westlichen Ende an) auf 7000 Meter Länge mit $1:125 = 0.008$, bleibt sodann 202 Meter lang horizontal und neigt sich hierauf im sanften Gefälle von 1:750 auf 5205 Meter Länge gegen das östliche Tunnelportale, welches sie bei 1260 Meter Höhe erreicht.

Beim Austritte aus dem östlichen Tunnelende liegt das Bahnplanum gegen die Alternativlinie des zweiten Projectes circa 25 Meter tiefer und nur 5 Meter über dem Wasserspiegel der Rosana.

Der Bahnhof St. Jacob erhält eine Höhe von 1251 Meter und eine Längenausdehnung von 540 Meter.

Die Trace benützt nun bis zur Station Pettneu dieselben Lehnen, wie die des zweiten Projectes, behält auch das gleiche Gefälle von 1:66 oder 15.15 pro Mille, liegt jedoch um circa 15 Meter tiefer als die Trace des Projectes Nr. 2.

Die Beibehaltung des Steigungsverhältnisses von 1:66 für die weitere Strecke von der Station Pettneu abwärts hätte die Nivellette der Thalsohle zu nahe gebracht, wesshalb das Gefälle von $1:100 = 10‰$ angeordnet wurde. Bei Kilometer 52.8 schliesst diese Trace an die vorbeschriebene des zweiten Projectes an und bleibt in ihrem weiteren Verlaufe bis Landeck unverändert. (Siehe Project Nr. 2).

Niveau- und Richtungsverhältnisse für Project 2 und seine Varianten.

Im allgemeinen Theile dieses Berichtes wurde bereits der Steigungsverhältnisse Erwähnung gethan. Die Maximalsteigung von Bludenz bis Stuben beträgt 29‰ oder 1:34.5 und ist auf 12.3 Kilometer oder 17.8% der Gesammtlänge angewendet. 40.4% der Gesammtlänge des Projectes Nr. 2 (rothe Linie) und 34.5% der Gesammtlänge des Alternativprojectes mit dem langen Tunnel (schwarze Linie) liegen in Steigungen, steiler als 25‰ oder 1:40.

Das Maximalgefälle von St. Anton gegen Landeck beträgt für beide Projecte 25‰.

Der Minimalradius ist wie im ersten Projecte mit 250 Meter angenommen und wurde im Projecte der rothen Linie 47mal, in jenem der Variante (schwarze Linie) 31mal angewendet. Im ersten Falle beträgt die Länge der Bögen mit 250 Meter Radius 12.5%, im zweiten hingegen nur 7.5% der Gesammtlänge.

Die Anzahl der Geraden und Bögen für das Project 2 stellen sich je nach Annahme der Tunnel-Variante III oder IV wie folgt:

Bei Project 2 mit Tunnel Nr. III liegen 50% der Gesammtlänge in 213 Geraden,
„ „ 2 „ „ „ IV „ 51.5% „ „ „ 207 „

ferner:

Bei Project 2 mit Tunnel Nr. III liegen 50% der Gesammtlänge in 222 Bögen,
„ „ 2 „ „ „ IV „ 48.5% „ „ „ 216 „

Für die 63.8 Kilometer lange Alternativlinie mit dem Tunnel Nr. V (schwarze Linie) hingegen entfallen 57% der Gesammtlänge auf 177 Gerade und der Rest auf 183 Bögen.

Zwischen Contrabögen sind auch für dieses Project mindestens 40 Meter lange Geraden eingeschaltet worden.

Auf der ganzen Strecke Bludenz-Landeck kommen bei dem zweiten Projecte mit Tunnel III und IV 33, bei dem Alternativprojecte mit Tunnel-Variante hingegen nur 25 Niveaubrüche vor.

Die Niveau- und Richtungsverhältnisse sowohl der (rothen) Hauptlinie mit dem Tunnelprojecte Nr. III und IV, wie auch der Variante mit Tunnel Nr. V (schwarz) sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabellarische Uebersicht der Niveau-Verhältnisse.

Steigungsverhältnisse		Rothe Linie mit Tunnelproject Nr. III		Steigungsverhältnisse		Rothe Linie mit Tunnelproject Nr. IV		Steigungsverhältnisse		Schwarze Linie mit Tunnelproject Nr. V	
$1:\frac{l}{h}$	$1000\,\frac{h}{l}$	Länge in Meter	%derGesammtlänge	$1:\frac{l}{h}$	$1000\,\frac{h}{l}$	Länge in Meter	%derGesammtlänge	$1:\frac{l}{h}$	$1000\,\frac{h}{l}$	Länge in Meter	%derGesammtlänge
1 : ∞	0.000	4.484	6.5	1 : ∞	0.000	4.513.8	6.8	1 : ∞	0.000	4.572.84	7.2
1 : 125	0.008	830	1.2	1 : 770	0.00129	2310	3.4	1 : 750	0.00133	5.250	8.2
1 : 100	0.010	3.600	5.2	1 : 125	0.008	830	1.2	1 : 125	0.008	7.955	12.5
1 : 67	0.014	3.082	4.4	1 : 66	0.0151	4.090	5.9	1 : 100	0.010	2.950	4.8
1 : 66	0.0151	4.090	5.9	1 : 64.51	0.0155	4.130	6.0	1 : 66	0.0150	4.475.16	7.0
1 : 64.51	0.0155	4.130	5.9	1 : 62	0.0161	5.146	7.5	1 : 55	0.018	1.070	1.7
1 : 55	0.0180	4.070	1.5	1 : 55	0.018	1.070	1.5	1 : 50	0.020	1.850	2.9
1 : 50	0.020	1.850	2.7	1 : 50	0.020	1.850	2.8	1 : 40	0.025	13.500	21.2
1 : 45	0.022	1.710	2.4	1 : 45	0.022	585	0.9	1 : 37.037	0.027	4.814.72	7.5
1 : 40	0.025	16.620	23.9	1 : 40	0.025	16.103.2	23.6	1 : 35.071	0.028	4.909.28	7.7
1 : 37.037	0.027	8.374	12.0	1 : 37.037	0.027	8.374	12.1	1 : 34.483	0.029	12.330	19.3
1 : 35.071	0.028	7.370	10.6	1 : 35.071	0.028	7.370	10.7	.	.	.	.
1 : 34.483	0.029	12.330	17.8	1 : 34.483	0.029	12.033	17.9	.	.	.	.
	Summe .	69.540	100.0		Summe .	68.702	100.0		Summe .	63.677	100.0
Steigung von Bludenz . .		854.9m		Steigung von Bludenz . .		854.0m		Steigung von Bludenz . .		708.0m	
„ „ Landeck . .		626.0m		„ „ Landeck . .		625.0m		„ „ Landeck . .		479.0m	
Zusammen .		1.480.9m		Zusammen .		1.479.0m		Zusammen .		1.187.0m	
daher die mittlere Steigung gleich . .		$\frac{1}{46.9} = 21.3‰$		daher die mittlere Steigung gleich . .		$\frac{1}{46.4} = 21.3‰$		daher die mittlere Steigung gleich . .		$\frac{1}{53.6} = 18.6‰$	

Tabellarische Uebersicht der Richtungs-Verhältnisse.

Rothe Linie mit Tunnel Nr. III				Rothe Linie mit Tunnel Nr. IV			
Anzahl der Bögen	Radius in Meter	Länge in Meter	% der Gesammtlänge	Anzahl der Bögen	Radius in Meter	Länge in Meter	% der Gesammtlänge
47	250	8.699	12.509	47	250	8.699	12.510
21	275	4.643	6.679	19	275	4.197	6.230
83	300	10.990	15.801	81	300	10.598	15.430
6	350	843	1.213	5	350	640	0.934
27	400	3.583	5.154	26	400	3.451	5.030
2	450	152	0.216	2	450	152	0.215
9	500	1.279	1.840	10	500	1.405	2.055
17	600	3.216	4.625	17	600	3.216	4.711
1	700	388	0.558	3	800	399	0.574
3	800	399	0.574	6	1000	528	0.759
6	1000	528	0.759	.	.	.	.
Gerade	213	34.820	50.072	Gerade	267	35.417	51.552
222	.	69.540	100.0	216	.	68.702	100.0
Anzahl der Bögen . . . . . 222 Länge derselben 24.720m oder 49.928% der Gesammtlänge.				Anzahl der Bögen . . . . . 216 Länge derselben 33.285m oder 48.448% der Gesammtlänge.			

Tabelle der Richtungs-Verhältnisse für die Alternative mit Tunnel Nr. V. (Schwarze Linie.)

Anzahl der Bögen	Radius in Meter	Länge in Meter	% der Gesammtlänge	Anmerkung
31	250	4.850	7.500	Totallänge der 183 Bögen = 27.278m lang oder 42.837% der gesammten Bahnlänge.
16	275	3.759	5.950	
72	300	9.392	14.800	Anzahl der Geraden = 177.
3	350	396	0.642	Länge derselben 36.399m oder 57.163% der ganzen Bahnlänge.
32	400	4.903	7.700	
3	450	258	0.415	
8	500	1.164	1.830	
10	600	1.748	2.730	
2	800	280	0.440	
6	1000	528	0.830	
183	Gerade	36.399	57.163	
183	.	63.677	100.0	

Anzahl und Lage der Stationen.

Die bei Besprechung des Projectes Nr. 1 über die Stationsanlagen und deren Längen erwähnten allgemeinen Principien wurden auch für Project Nr. 2 in Anwendung gebracht, wesshalb in der folgenden tabellarischen Uebersicht lediglich nur die Lage, die Länge und die Bestimmung der neuen Bahnhöfe für Project Nr. 2 und seine Variante aufgenommen erscheinen.

Verzeichniss der Stationen der zinnoberroth dargestellten Linie des Projectes 2 mit dem Tunnel Nr. III.

Post-Nr.	Name der Station	Länge der Stationen in Meter	Meereshöhe in Meter	Lage der Mitte des Aufnahmsgebäudes bei Kilometer	Entfernung der einzelnen Stationen Kilom.	Entfernung der einzelnen Stationen Meilen	Entfernung der Wasserstationen Kilom.	Entfernung der Wasserstationen Meilen	Anmerkung
1	Bludenz	521.5	559.1	.	.	.	.	.	Wasserst., Heizhaus für 6 Maschinen.
2	Bratz	300	709.12	6.340	6.805	0.90	6.805	0.90	Wasserstation.
3	Hintergasse . . .	300	826.86	10.700	4.360	0.57	8.620	1.13	
4	Dalaas	300	942.57	14.960	4.260	0.56			„
5	Klösterle	300	1.148.90	22.660	7.700	1.02	7.700	1.02	„
6	Langen	300	1.270.28	27.480	4.820	0.64	10.535	1.39	
7	Stuben	470	1.410.00	33.195	5.715	0.75			Wasserst., Heizhaus für 2 Maschinen
8	St. Anton	490	1.330.00	42.145	8.990	1.19	8.990	1.19	„
9	Pettneu	400	1.225.00	48.535	6.390	0.84	6.390	0.84	Wasserstation.
10	Flirsch	400	1.125.30	54.950	6.415	0.85	6.415	0.85	„
11	Pians	300	903.00	64.170	9.220	1.22	9.220	1.22	„
12	Landeck . . .	670	788.00	69.170	5.000	0.66	5.00	0.66	Wasserst., Heizhaus für 12 Maschinen
	Summe .	4.751.5	.	.	69.675	9.20	69.675	9.20	

Die Anzahl der Stationen beträgt 12;
die mittlere Entfernung derselben . . . . . 6.334 Meter = 0.836 Meilen;
„ „ „ der Wasserstationen . . . . . 7.742 „ = 1.022 „
„ Anzahl der Wächterhäuser beträgt 75;
„ mittlere Entfernung derselben . . . . . 1.122 „ = 0.148 „

Bei dem Projecte Nr. 2 unter Annahme des Tunnels Nr. IV (grün bezeichnet) bleibt die Anzahl der Stationen die gleiche, wie in vorstehender Tabelle; in Folge der Näherrückung der Station St. Anton an Pettneu treten jedoch Aenderungen in den betreffenden Bahnhofdistanzen ein, und zwar wird die Entfernung der Stationen Stuben und St. Anton auf 7.987 Kilometer = 1.05 Meilen reducirt, dagegen die Entfernung zwischen St. Anton und Pettneu auf 6.555 Kilometer oder 0.86 Meilen vergrössert.

Demgemäss beträgt für diese Variante:

Die mittlere Entfernung der Stationen . . . . 6.246 Kilometer = 0.825 Meilen;
„ „ „ der Wasserstationen . . . 7.648 „ = 1.009 „
ferner die Anzahl der Wächterhäuser 74;
die mittlere Entfernung derselben . . . . . 1.323 Meter = 0.175 „

Verzeichniss der Stationen für die Alternativlinie des Projectes 2 (schwarze Linie) mit Tunnel Nr. V.

Post-Nr.	Name der Station	Länge der Station in Meter	Meereshöhe in Meter	Lage der Mitte des Aufnahmsgebäudes bei Kilometer	Entfernung der einzelnen Stationen		Entfernung der Wasserstationen		Anmerkung
					Kilom.	Meilen	Kilom.	Meilen	
1	Bludenz	521.5	559.1	.	.	.			Wasserst., Heizhaus für 6 Maschinen.
2	Bratz	300	709.12	6.340	6.805	0.90	6.805	0.90	Wasserstation.
3	Hintergasse . . .	300	826.86	10.700	4.360	0.57	8.620	1.13	
4	Dalaas	300	942.87	14.760	4.260	0.56			„
5	Danöfen	300	1.080	20.135	5.175	0.68	5.175	0.68	„
6	Langen	500	1.210	25.385	5.250	0.69	5.250	0.69	Wasserst., Heizhaus für 2 Maschinen.
7	St. Jacob	550	1.260	44.575	13.367	1.76	13.367	1.76	„
8	Pettneu	400	1.192	49.650	5.075	0.67	5.075	0.67	Wasserstation.
9	Flirsch	400	1.125.5	54.950	5.300	0.70	5.300	0.70	„
10	Pians	300	903	64.170	9.220	1.22	9.220	1.22	„
11	Landeck	670	788	69.170	5.000	0.67	5.000	0.67	Wasserst., Heizhaus für 12 Maschinen.
	Summe .	4.541.5	.	.	63.812	8.42	63.812	8.42	

Es beträgt hienach:

Die Anzahl der Stationen 11;
„ mittlere Entfernung derselben . . . . . 6.381 Meter = 0.843 Meilen;
„ „ „ der Wasserstationen . . . 7.000 „ = 0.936 „
ferner beträgt die Anzahl der Wächterhäuser . . 58
und die mittlere Entfernung derselben . . . . . 1.679 „ = 0.22 „

An Brücken, Durchlässen etc. enthält die Linie des Projectes Nr. 2 mit Annahme des Tunnels Nr. III folgende:

a) **Objecte unter 20 Meter Spannweite.**

72 Objecte mit Eisenconstruction . . zusammen 470m Spannweite,
3 gedeckte Objecte . . . . . „ 3m „
104 gewölbte „ . . . . . „ 439m „

Summe . 179 Objecte mit zusammen 912m Spannweite.

Es entfallen somit per Kilometer Länge im Durchschnitt 14.5m lichte Oeffnung
oder per Meile 109.3m „ „

Bei Annahme der Tunnel-Variante Nr. IV ergäben sich 176 Objecte mit einer Gesammtweite von 880 Metern.

b) Objecte über 20 Meter Spannweite

(rothe Linie mit dem Tunnel Nr. III).

Post-Nr.	Lage bei Kilometer	Bezeichnung der Objecte	Anzahl der Oeffnungen	Gesammt-Lichtweite in Meter
1	10.345—10.395	Brücke über eine Schlucht	1	50
2	13.375—13.435	„ „ den Schmidtobel	1	60
3	17.860—17.900	„ „ „ Rosanabach	1	40
4	19.540—19.580	„ „ „ Glangtobel	1	40
5	24.270	„ „ einen Tobel	1	40
6	30.180	„ „ „ Wasserriss	1	60
7	30.960	„ „ „ „	1	30
8	44.210—44.240	„ „ den Rosanabach	1	30
9	61.840—62.000	Viaduct über das Patznauner-Thal	3	160
10	68.780—68.820	Brücke über den Innfluss	1	40
		Zusammen .	12	550

Per Kilometer entfällt also . . . . . 8.8^{m} Lichtweite,
„ Meile „ „ . . . . . 66.7^{m} „

Für das Project Nr. 2 mit Tunnel-Variante Nr. IV bleibt die Anzahl und Grösse der Objecte *ad b)* unverändert.

Tunnels für Project 2 mit Tunnel Nr. III.

Post-Nr.	Lage bei Kilometer	Geologische Beschaffenheit	Länge in Meter
1	24.350 — 24.900	Kalkstein	550
2	28.570 — 29.000	Schiefer	630
3	29.990 — 30.030	„	40
4	30.240 — 30.440	„	200
5	31.030 — 31.080	„	60
6	Haupttunnel		
7	40.320 — 40.350	Gewölbter Einschnitt im Schiefer	120
8	41.050 — 41.120	Tunnel	70
9	41.770 — 41.860	„	90
10	55.790 — 55.880	„ im Schiefer	90
11	58.590 — 58.620	„ „ „	30
12	59.160 — 59.230	„ „ „	70
13	61.580 — 61.640	„ „ „	60
	Zusammen 13 Tunnels in der Gesammtlänge ohne Haupttunnel		2.010

Es entfällt daher per Kilometer offene Bahnlänge . . . . 32.0^{m} Tunnellänge,
per Meile „ „ . . . . 242^{m} „

Für Project Nr. 2 mit Tunnel-Variante Nr. IV bleiben die in obiger Tabelle unter Post-Nr. 1 bis 5 und 10 bis 13 Angegebenen unverändert, die Uebrigen entfallen.

Die Länge des Arlberg-Tunnels beträgt bei Annahme der Variante III . . 6810 Meter,
„ „ „ „ IV . . 7620 „

Die Alternativlinie zu Project Nr. 2 mit der Tunnel-Variante Nr. V erhält folgende Objecte (schwarze Linie):

a) **Objecte unter 20 Meter Spannweite.**

69 Objecte mit Eisenconstruction . . zusammen 484m Spannweite,
3 gedeckte Objecte . . . . . „ 3m „
76 gewölbte „ . . . . . „ 328m „

Summe . 148 Objecte mit zusammen 815m Spannweite.

Es entfallen somit per Kilometer Länge im Durchschnitt . . 15.9m Oeffnung,
oder per Meile . . 120.8m „

b) **Objecte über 20 Meter Spannweite.**

Post-Nr.	Lage bei Kilometer	Bezeichnung der Objecte	Anzahl der Oeffnungen	Gesammt-Lichtweite in Meter
1	10.345—10.395	Brücke über eine Schlucht	1	50
2	13.375—13.435	„ „ den Schmidtobel	1	60
3	17.860—17.900	„ „ „ Rosanabach	1	40
4	19.540—19.580	„ „ „ Glangtobel	1	40
5	24.350—24.390	„ „ einen Tobel	1	40
6	61.840—62.000	Viaduct über das Patznauner-Thal	3	160
7	68.730—68.823	Brücke über den Innfluss	1	40
		Zusammen 7 Objecte mit	9	430

Es entfällt daher per Kilometer . . . . . 6.7 Meter Lichtweite,
oder per Meile . . . . . 50.9 „ „

c) **Tunnels.**

Post-Nr.	Lage bei Kilometer	Geologische Beschaffenheit	Länge in Meter
1	55.790—55.880	Im Schiefer	90
2	58.590—58.620	„ „	30
3	59.160—59.230	„ „	70
4	61.580—61.640	„ „	60
		4 Tunnels .	250

Es entfallen also per Kilometer offener Bahnlänge . . 4.9m Tunnellänge,
oder per Meile . . . 36.5m „

Die Länge des Arlberg-Tunnels beträgt für diese Variante 12.400 Meter.

Wien, am 20. Februar 1872.

Der k. k. Regierungsrath und Vorstand der Bau-Abtheilung:

M. Pischof *m. p.*

W. Dostal *m. p.,*
k. k. Inspector.

ZUSAMMENSTELLUNG

DER

KOSTEN UND CHARAKTERISTISCHEN DATEN

DER

ARLBERG-PROJECTE.

r offenen Bahnstrecken der 5 Projecte.

r. 1		Project Nr. 2					
nnel-Project II		Tunnel-Project III		Tunnel-Project IV		Tunnel-Project V	
om. ile	im Ganzen	pr. Kilom. pr Meile	im Ganzen	pr. Kilom. pr. Meile	im Ganzen	pr. Kilom. pr. Meile	im Ganzen
190	74.667	1 190	74.649	1.190	72.700	1.190	61.020
028		9.027		9.027		9.029	
000	250.980	4.000	250.920	4.000	244.368	4 000	205.108
345		30.341		30.345		30.341	
838	491.820	7.453	467.550	7.466	456.093	7.539	386.582
463		56.536		56.636		57.186	
271	2,526.839	39.940	2,505.427	40.066	2,447.742	39.320	2,016.186
506		302.953		303.954		298.252	
149	3,523.057	55.636	3,490.044	55.166	3,367.142	60.760	3,116.063
953		422.013		418.122		460.956	
917	873.241	18.351	1,151.173	18.310	1,118.567	19.012	974.864
577		139.199		138.900		144.210	
381	4,039.600	40.645	2,549.720	38.493	2,351.220	23.369	1,198.300
405		308.309		292.004		177.289	
914	371.043	5.600	351.314	5.633	344.129	6.066	311.037
861		42.481		42.733		46.012	
419	1,720.385	26.792	1,680.684	26.959	1,646.963	27.898	1,430.541
002		203.227		204.515		211.618	
796	865.637	13.146	824.626	13.464	822.571	15.505	795.058
660		99.713		102.132		117.612	
809	301.729	4.859	304.791	4.866	297.237	4.930	252.820
480		36.855		36.910		37.399	
904	1,813.580	21.526	1,350.325	21.783	1,330.766	23.508	1,205.429
269		163.279		165.250		178.332	
500	94.115	1.500	94.095	1.500	91.638	1.500	76.915
379		11.378		11.379		11.379	
088	16,946.693	240.639	15,095.318	238.878	14,591.135	234.606	12,029.923
928		1,825.310		1,812.113		1,779.867	
522	4,236.673	60.159	3,773.829	59.719	3,647.784	58.651	3,007.481
232		456.327		453.028		444.959	
321	1,588.752	22.560	1,415.186	22.395	1,367.918	21.994	1,127.805
087		171.123		169.885		166.845	
330	397.188	5.640	353.796	5.599	341.980	5.499	281.951
022		42.781		42.471		41.715	
261	23,169.306	329.000	20,638.129	326.591	19,948.817	320.751	16,447.160
269		2,495.541		2,477.498		2,433.372	

rten 5 Varianten für den Arlberg-Tunnel.

nnel Nr. II. ngänge liegen bei en und im Arlthale l-Achse zweimal ge-hen te 2 l-Länge 6.410 Kilom. t 7 Jahre		Tunnel Nr. III. Die Eingänge liegen bei Stuben u. in der March-schlucht Schächte 2 Tunnel-Länge 6.810 Kilom. Bauzeit 7½ Jahre		Tunnel Nr. IV. Die Eingänge liegen bei Stuben u. in der Mocca-schlucht Schacht 1 Tunnel-Länge 7.620 Kilom. Bauzeit 8½ Jahre		Tunnel Nr. V. Die Eingänge liegen bei Oberlangen und St. Jacob Schächte 3 Tunnel-Länge 12.400 Kilom. Bauzeit 8½ Jahre	
lar-in n vom ltale	Betrag in Gulden	Intercalar-Zinsen in Percenten vom Baucapitale	Betrag in Gulden	Intercalar-Zinsen in Percenten vom Baucapitale	Betrag in Gulden	Intercalar-Zinsen in Percenten vom Baucapitale	Betrag in Gulden

nnels für 1 Geleise.

. .	10,192.204	. . . .	10,764.679	. . . . .	11,180.536	. . . . .	15,591.390
	2,548.051	25	2,691.170	25	2,795.134	25	3,897.847
	2,165.843	18	2,422.053	20	2,795.134	20	3,897.847
. .	541.461	. . . . .	605.513	. . . .	698.784	. . . . .	974.462
. .	15,447.559	. . . . .	16,483.415	. . . . .	17,469.588	. . . . .	24,361.546

nnels für 2 Geleise.

. .	11,825.772	. . . . .	12,538.707	. . . . .	13,078.000	. . . . .	17,997.478
	2,956.443	25	3,134.677	25	3,269.500	25	4,499.369
	2,512.976	18	2,821.209	20	3,269.500	20	4,499.369
. .	628.244	. . . . .	705.302	. . . . .	817.375	. . . . .	1,124.842
. .	17,923.435	. . . . .	19,199.895	. . . . .	20,434.375	. . . . .	28,121.058

bezüglich ihrer Nominal-Anlagekosten.

1		Project 2					
Tunnel II		Tunnel III		Tunnel IV		Tunnel V	
Kilom. / Meile	im Ganzen	pr. Kilom. / pr. Meile	im Ganzen	pr. Kilom. / pr. Meile	im Ganzen	pr. Kilom. / pr. Meile	im Ganzen
70.088 / 8.928	16,946.693	240.639 / 1,825.310	15,095.318	238.878 / 1,812.113	14,591.135	234.606 / 1,779.867	12,029.923
99.328 / 3.403	6,222.613	88.360 / 670.231	5,542.811	87.713 / 665.220	5,357.682	86.144 / 653.621	4,417.237
90.047 / 0.509	10,192.204	1,580.716 / 11,989.733	10,764.679	1,467.261 / 11,129.181	11,180.536	1,257.370 / 9,537.152	15,591.390
19.868 / 8.789	5,255.355	839.755 / 6,370.636	5,718.736	825.334 / 6,260.165	6,289.052	707.270 / 6,260.165	8,770.156
59.202 / 2.679	38,616.865	591.766 / 4,488.699	37,121.544	538.085 / 4,082.750	37,418.405	640.870 / 4,862.230	40,808.700
36.252 / 9.722	2,475.876	398.895 / 3,025.623	2,716.480	389.079 / 2,951.168	2,964.787	303.186 / 2,299.668	3,759.512
95.055 / 4 693	41,092.741	635.071 / 4,817.173	39,838.024	580.719 / 4,406.240	40,383.192	690.910 / 5,310.165	44,568.210

Anhang zum technischen Berichte.

Berechnung der jährlichen Betriebskosten für die Bahnstrecke Bludenz-Landeck.

(Verfasst von der Betriebs-Abtheilung der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen.)

Für die verschiedenen vorliegenden Varianten der Linie Bludenz-Landeck wurden die Betriebskosten, und zwar:

a) Kosten für Zugförderung und Erhaltung der Fahrbetriebsmittel;

b) Kosten für Bahnerhaltung und Bahnaufsicht;

c) Kosten für Verkehrsdienst und allgemeine Verwaltung, berechnet und zwar auf Grund jener Formeln, welche in dem, in Folge seinerzeitiger Aufforderung des k. k. Handelsministeriums vom österreichischen Ingenieurverein ausgearbeiteten Elaborate über Anlage einer Arlbergbahn aufgestellt wurden.

Die Ergebnisse dieser Berechnung werden nachstehend in Kürze zusammengestellt.

A. Strecke Bludenz-Landeck.

Project $^{1}/_{II}$.

Maximal-Steigung $33^{0}/_{00} = {}^{1}/_{30}$,
Betriebs-Länge $9.^{134}$ Meilen.

Für diese Strecke berechnen sich die Betriebskosten pr. Zugsmeile auf 15 fl. 98 kr. und bei einer Verkehrsannahme von 60.800 Zugsmeilen für das ganze Jahr auf . . . . . 971.584 fl.

Rechnet man hiezu 5.2 % für Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitales pr. 41,092.741 fl. mit . . . . . 2,136.822 „

so stellen sich die Jahresauslagen auf . . . . . 3,108.406 fl.

B. Strecke Bludenz-Landeck.

Project $^{2}/_{III}$.

Maximal-Steigung $29^{0}/_{00} = {}^{1}/_{35}$,
Betriebs-Länge $9.^{188}$ Meilen.

Die Betriebskosten hiefür betragen pr. Zugsmeile 16 fl. 50 kr., und bei einer Verkehrsannahme von 49.700 Zugsmeilen pr. Jahr auf . . . . . 820.050 fl.

hiezu gerechnet 5.2 % für Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitales von 39,838.024 fl. mit . . . . . 2,071.577 „

so stellen sich die Jahresauslagen auf . . . . . 2,891.627 fl.

C. Strecke Bludenz-Landeck.

Project $^{2}/_{V}$.

Maximal-Steigung $29^{0}/_{00} = {}^{1}/_{35}$,
Betriebs-Länge $8.^{433}$ Meilen.

Die Betriebskosten berechnen sich für diese Linie auf 15 fl. 36 kr. pr. Zugsmeile, und bei einer Verkehrsannahme von 45.860 Zugsmeilen pr. Jahr auf . . . . . 704.410 fl.

Hiezu gerechnet die 5.2 % für Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitales von 44,568.210 fl. mit . . . . . 2,317.546 „

ergibt eine Jahresauslage von . . . . . 3,021.956 fl.

Zusammenstellung der Betriebskosten.

Strecke	Länge Meilen	Maximum der Steigung	Höhe des Culminationspunktes, Meter	Durchschnittliche Steigung	Kosten für Zugförderung und Erhaltung der Fahrbetriebsmittel	Kosten für Bahnerhaltung und Bahnaufsicht	Kosten für Verkehrsdienst und allgemeine Verwaltung	Betriebskosten in Summa per Zugsmeile	Zugsmeilen per Jahr	Betriebskosten per Jahr	Nominal-Anlagecapital	Betriebskosten nebst 5.2% für Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitals
					per Zugsmeile in fl. österr. Währung					in fl. österr. Währ.		
Bludenz-Landeck Project: 1/II	9.134	1/30	1.456	1/44	8.53	4.85	2.60	15.98	60.800	971.584	41,092.741	3,108.406
Bludenz-Landeck Project: 2/III	9.183	1/35	1.414	1/47	9.35	4.55	2.60	16.50	49.700	820.050	39,838.024	2,891.727
Bludenz-Landeck Project: 2/V	8.423	1/35	1.267	1/54	8.60	4.16	2.60	15.36	45.860	704.410	44,568.210	3,021.956

Berechnung der Einheitsfrachtsätze für die projectirten Bahnlinien Bludenz-Landeck-Innsbruck.

	Gulden öst. Währ.
1. Project $^{1}/_{II}$.	
Linie Landeck-Bludenz, Länge 9.134 Meilen = 9.1 Tarif-Meilen.	
Anlagecapital	41,092.741
Erforderniss:	
Zur 5.2% Verzinsung und Amortisirung und Deckung der Betriebsauslagen	3,108.406
Einnahme:	
Aus dem Personen-, Gepäcks- und Eilgutverkehre *a)*	47.882
b)	18.685
Expeditionsgebühr für 9 Millionen Centner Fracht, 2 kr. pr. Centner	180.000
Summe.	246.567
Somit muss zur Deckung des Erfordernisses von	3,108.406
für 9 Millionen Centner Fracht für jeden Transport auf 9.1 Meilen eingehoben werden	2,861.839
gibt pr. Centner und Meile einen Frachtsatz von 3.49 kr. österr. Währ.	
2. Project $^{2}/_{III}$.	
Linie Landeck-Bludenz, Länge 9.165 Meilen = 9.2 Tarif-Meilen.	
Anlagecapital	39,838.024
Erforderniss:	
Zur 5.2% Verzinsung und Amortisation und Deckung der Betriebsauslagen	2,891.627
Einnahmen:	
Aus dem Personen-, Gepäcks- und Eilgutverkehre *a)* 47.882 fl.; *b)* 18.685 fl.	66.567
Expeditionsgebühr für 9 Millionen Centner Fracht, 2 kr. pr. Centner	180.000
Summe.	246.567
Somit muss zur Deckung des Erfordernisses von	2,891.627
für 9 Millionen Centner Fracht für den Transport auf 9.2 Meilen eingehoben werden	2,645.060
gibt pr. Centner und Meile einen Frachtsatz von 3.19 kr. österr. Währ.	
3. Project $^{2}/_{V}$.	
Linie Landeck-Bludenz, Länge 8.423 Meilen = 8.4 Tarif-Meilen	
Anlagecapitel	44,568.210
Erforderniss:	
Zur 5.2% Verzinsung und Amortisation und Deckung der Betriebsauslagen	3,021.956
Einnahmen:	
Aus dem Personen-, Gepäcks- und Eilgutverkehre *a)*	47.882
b)	17.201
Expeditionsgebühr für 9 Millionen Centner Fracht, 2 kr. pr. Centner	180.000
Summe.	245.083
Somit muss zur Deckung des Erfordernisses von	3,021.956
für 9 Millionen Centner Fracht für den Transport auf 8.4 Meilen eingehoben werden	2,776.873
gibt pr. Centner und Meile einen Frachtsatz von 3.67 kr. österr. Währ.	

	Gulden öst. Währ.
4. Linie Innsbruck-Landeck.	
Länge 9.620 Meilen = 9.6 Tarif-Meilen.	
Anlagecapital	11,088.735
Erforderniss:	
Zur 5.2% Verzinsung und Amortisation	576.614
Zur Deckung der Betriebsauslagen	476.152
Summe.	1,052.766
Einnahmen:	
Aus dem Personen-, Gepäcks- und Eilgutverkehre *a)*	47.882
b)	19.657
Summe.	67.539
Expeditionsgebühr für 9 Millionen Centner Fracht, à 2 kr.	180.000
Summe.	247.539
Somit muss zur Deckung des Erfordernisses von	1,052.766
für 9 Millionen Centner Fracht für den Transport auf 9.6 Meilen eingehoben werden	805.227
gibt pr. Centner und Meile einen Frachtsatz von 0.93 kr.	

Der Einheitsfrachtsatz, welcher erforderlich sein wird, um sowohl die 5.2% Verzinsung und Amortisirung des Anlagecapitales, als auch die Betriebsauslagen der in Rede stehenden projectirten Linie Bludenz-Landeck zu decken, beziffert sich nach der vorstehenden Berechnung

für die Linie Bludenz-Landeck nach Project $^1/_{II}$ auf kr. 3·49 pr. Centner und Meile,
„ „ „ „ „ „ „ $^2/_{III}$ „ „ 3·19 „ „ „ „
„ „ „ „ „ „ „ $^2/_V$ „ „ 3·67 „ „ „ „
„ „ „ Landeck-Innsbruck . . . . . „ 0·93 „ „ „ „

oder wenn beide Linien, nämlich Bludenz-Landeck und Landeck-Innsbruck, bezüglich des Tarifes als Eine Bahn behandelt werden sollten:

Bei Ausführung der Strecke Bludenz-Landeck nach Project $^1/_{II}$ auf kr. 2·17 pr. Centner und Meile.
„ „ „ „ „ „ „ „ $^2/_{III}$ „ „ 2·03 „ „ „ „
„ „ „ „ „ „ „ „ $^2/_V$ „ „ 2·26 „ „ „ „

Bei dieser Berechnung wurde, wie diess auch bei Berechnung der Betriebsauslagen geschehen ist, ein die ganze Länge der Bahn durchziehendes Frachtenquantum von rund 9 Millionen Centner angenommen.

Die Einnahmen aus dem Personen-, Gepäcks- und Eilgutverkehre wurden auf Grund der im Verhältnisse der Länge der Linien reducirten Ergebnisse des bezüglichen Verkehres der Tiroler Bahn ermittelt.

Auf dieser letzteren 40.2 Meilen langen Bahn wurden im Jahre 1869 befördert:

15.997 Personen I. Classe,
115.993 „ II. „
598.109 „ III. „
24.454 Mann Militär,
65.107 Centner Gepäck und
56.394 „ Eilgut.

Die durchschnittliche Transportdistanz, welche von jeder Person, beziehungsweise jedem Centner Gepäck und Eilgut zurückgelegt wurde, betrug:

bei der	I. Classe	16·33 Meilen,
„ „	II. „	8·9 „
„ „	III. „	4·19 „
beim	Militär	9·87 „
„	Gepäck	12·5 „
„	Eilgut	14·1 „

hiernach ergibt sich für die 8.4 bis 9.2 Meilen lange Linie Bludenz-Landeck ein Verkehr von

3.048	Passagiere	I.	Classe mit einer Transportdistanz von	3.7	Meilen
23.894	„	II.	„ „ „ „	2.0	„
135.394	„	III.	„ „ „ „	1.0	„
5.524	Mann	Militär	„ „ „ „	2.2	„
14.717	Zentner	Gepäck	„ „ „ „	2.8	„
und 15.273	„	Eilgut	„ „ „ „	3.2	„

und bei einem Tarifsatze von

36 kr. pr. Person und Meile für die 1. Classe,
27 „ „ „ „ „ „ „ 2. „
18 „ „ „ „ „ „ „ 3. „
6 „ „ Mann Militär und
7.5 „ „ Centner und Meile für Gepäck und Eilgut eine Einnahme von:

für Personen	I. Classe	3.139 fl.
„ „	II. „	12.887 „
„ „	III. „	24.369 „
„	Militär	732 „
„	Gepäck	3.090 „
„	Eilgut	3.665 „
	Zusammen	47.882 fl.

Hiezu kommt noch der in der Berechnung *sub b)* angeführte Personen-, Gepäcks- und Eilgut-Verkehr, welcher als transitirend die ganze Länge der Bahn durchziehen dürfte und wofür sich je nach der Länge der projectirten Linie approximativ eine Einnahme von 17.201 fl. bis 19.657 fl. ergeben wird.

Ein Vergleich der Transportkosten bei Benützung der Arlberg-Bahn mit jenen ihrer rivalen Bahnen durch Italien und über die Alpenpässe, lässt sich leider dermal noch nicht aufstellen, da dieser einerseits überhaupt nur für eine bestimmte Transportstrecke möglich wäre, andererseits aber bezüglich des Einflusses der zum Theil erst projectirten Alpenbahnen auf die Richtung des Verkehres im Allgemeinen noch keine Erfahrungen vorliegen und die auf diesen Bahnen in Aussicht genommenen Tarife noch nicht bekannt sind.

Dessgleichen kann bezüglich des Verkehres durch Baiern vorerst nur im Allgemeinen bemerkt werden, dass sich nach Herstellung der projectirten Linie, die Transportkosten für die derzeit via Brenner-Kufstein-Rosenheim-Lindau nach der Schweiz gehenden Sendungen, vermöge der hierdurch erzielten bedeutenden Kürzung der Transportstrecke, auf der neuen Route Brenner-Bludenz jedenfalls billiger stellen werden, als auf der bisherigen; ein Heranziehen jener Transporte aber, welche bisher via Elisabeth-Bahn über Salzburg und Lindau nach der Schweiz gehen, wird wohl kaum möglich werden, weil die Länge der eventuellen Route Salzburg-Innsbruck-Bludenz bis

an den Anschluss an die vereinigten Schweizer Bahnen bei St. Margarethen mit jener der Route Salzburg-Lindau sich nahezu gleich stellt und die baierische Staatsbahn vermöge ihrer günstigeren Betriebs-Verhältnisse überdiess in der Lage sein wird, einen im Vergleiche zu den Tarifsätzen der Strecken Salzburg-Innsbruck und Innsbruck-Bludenz bedeutend niedrigeren Tarif aufstellen zu können.

Wien, am 23. Februar 1872.

Der k. k. Regierungsrath und Vorstand der Betriebs-Abtheilung:

J. Barychar m. p.

II.

Protokolle

der fachmännischen Enquête vom 22. und 26. Februar 1872.

Protokoll

der im k. k. Handelsministerium am 22. Februar 1872 abgehaltenen commissionellen Berathung über die Ausführungsmodalitäten der projectirten Locomotiveisenbahn von Innsbruck, beziehungsweise Landeck über den Arlberg nach Bludenz.

Vorsitzender: Se. Excellenz der Herr Handelsminister Dr. Banhans.

Anwesende: Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, Ministerialrath Leeder, Hofrath v. Noerdling, Regierungsrath Pischof, Oberinspector kaiserlicher Rath Edler v. Lederer, Ministerialsecretär Pollanetz, Inspector Dostal.

Als Experten: Hofrath Ritter v. Keissler, Ministerialrath Ritter v. Rittinger, Sectionsrath Ritter v. Hauer, Generaldirector Bontoux, Generalinspector v. Lihotzky*), Centralinspector Stockert*), königlicher Rath Thommen, Ingenieur Fölsch*), Civilingenieur Mayer, Oberinspector Göbl.

Als Protokollführer: Ministerialsecretär Dr. Ritter v. Wittek.

Se. Excellenz der Herr Handelsminister eröffnet die Berathung mit einer Ansprache, in welcher derselbe die anwesenden Fachmänner ersucht, ihr Gutachten über die Frage der zweckmässigsten Ausführungsmodalitäten der Arlberg-Bahn nicht nur in bau- und betriebstechnischer Hinsicht, wie diess im Hinblicke auf die bisher bei der Vorberathung derartiger Vorlagen bestandene Gepflogenheit der Einvernehmung von Experten behufs vorläufiger Information der fachmännischen Kreise wünschenswerth sei, sondern auch in Bezug auf die finanzielle Sicherstellung abzugeben, welche bei dem vorliegenden Bahnprojecte insofern einer besonderen Erörterung bedürfe, als eine Verzinsung des gesammten erforderten Anlagecapitales bei der Kürze der anschliessenden normalen Strecken nicht zu erwarten sei, und demnach jedenfalls eine unmittelbare oder mittelbare Ausführung des Tunnelbaues auf Staatskosten *à fond perdu* werde eintreten müssen.

Se. Excellenz, durch anderweitige unaufschiebliche Amtsgeschäfte an der weiteren persönlichen Theilnahme verhindert, überträgt sodann den Vorsitz dem Herrn Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, über dessen Aufforderung.

Regierungsrath Pischof in Kürze die von der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen im Vereine mit der k. k. geologischen Reichsanstalt ausgeführten technischen Vorarbeiten erläutert, welche zu dem der gegenwärtigen Berathung zu Grunde liegenden Projecte geführt haben. Nachdem die generelle Untersuchung der allgemeinen Bahnrichtung gezeigt habe, dass die Alternative von Bludenz durch das Montafuner Thal über das Joch Zeinis nach Landeck die Ueberschreitung einer Wasserscheide von 1800 Meter Höhe bei nahezu unüberwindlichen Bauschwierigkeiten bedingen würde, sei die schon in früheren Privatprojecten beantragte Richtung über den Arlberg eingeschlagen und hiefür eine genaue Terrainaufnahme nebst geologischen Erhebungen durchgeführt worden. Hiernach sei die Herstellung einer Bahnlinie mit einem

*) Als Vertreter des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines in Wien.

Haupttunnel von 6—7 Kilometer Länge möglich, deren Steigungsverhältniss bei Anlage von Kreiskehren bei Klösterle das Maximum von 27 Promill am westlichen und von 26 Promill am östlichen Abhange nicht überschreitet. In dem vorliegenden Projecte sei ausser mehreren Varianten des hiernach in ziemlicher Höhe anzulegenden kurzen Tunnels, welcher im Schiefer auszuführen wäre, auch die Alternative eines in Kalk zu durchbrechenden und bedeutend tiefer gelegenen Tunnels von 12 Kilometer Länge aufgestellt, durch welchen die Schleife bei Klösterle entbehrlich würde. Zur Beurtheilung der verschiedenen Varianten seien Bohrversuche ausgeführt und Gesteinsproben gewonnen, diese letzteren mit den Gesteinsarten des Mont-Cenis verglichen und auf dieser Grundlage die Berechnungen bezüglich der Baukosten und der Bauzeit durchgeführt worden. Von den einzelnen Varianten sei die hochgelegene Tunneltrace III die billigste, und zwar belaufe sich die Ersparniss an Baukosten bei Capitalisirung der Betriebsmehrauslagen gegenüber der um 200 Meter tiefer liegenden Variante des langen Tunnels V auf circa 4,000.000. Ausserdem haben vergleichende Studien über die Schneefälle stattgefunden. Hierbei habe sich gezeigt, dass die westlichen Abhänge des Arlbergs gegen Bludenz in dieser Hinsicht ungünstiger beschaffen seien als die östlichen gegen Landeck. Der tiefgelegene Tunnel stelle sich in seinem Ein- und Ausgangs-, sowie in seinem Culminationspunkte etwas ungünstiger als der St. Gotthard, dagegen günstiger als der Mont-Cenis und Brenner dar, indem dessen westlicher Eingang 1210 und dessen Culminationspunkt 1267 Meter über der Meeresfläche liege, wogegen der Culminationspunkt des St. Gotthard 1162.5, des Mont-Cenis 1338 und des Brenner 1367 Meter Meereshöhe aufweise. Die höhere billigste Tunnelvariante besitze im Culminationspunkte 1414, am östlichen Eingange 1410 und am westlichen Eingange 1368 Meter Seehöhe.

Ueber Anfrage des Vorsitzenden, Sectionschefs Ritter v. Wiedenfeld, ob Referent einen bestimmten Antrag stelle, bemerkt *Regierungsrath* Pischof, dass er sich in technischer Beziehung für den tieferen, in finanzieller Hinsicht aber für den höheren Tunnel aussprechen müsste, dessen Bauzeit jedoch $7^1/_2$ Jahre betrage und mithin nur um ein Jahr kürzer berechnet sei als jene des langen und tiefen Tunnels, weil die Bohrungsarbeiten für letzteren, welcher im Kalkstein liegt, viel rascher fortschreiten als im Schiefer, welchen der kürzere Tunnel durchzieht. Nach den gegenwärtig allgemein angenommenen Anschauungen hervorragender Ingenieure solle der Culminationspunkt von Gebirgsbahnen nicht über 1200 Meter ansteigen. Die Wahl des tieferen Tunnels würde auch mit dem vor zwei Jahren über Aufforderung des Handelsministeriums erstatteten Gutachten des Ingenieur- und Architektenvereines übereinstimmen, welcher die Anlage eines tiefen Tunnels und die Anwendung einer 35 Promill nicht überschreitenden Steigung empfohlen habe.

Hofrath Ritter v. Keissler rühmt die bisher von keiner Privatgesellschaft erreichte Vollständigkeit des durch die Generalinspection ausgearbeiteten Projectes, bei welchem insbesondere die geologischen Erhebungen und die Constatirung aller für den Betrieb gefährlichen Momente volle Anerkennung verdienen, und durch welches den Experten die Abgabe eines Gutachtens sehr erleichtert werde. Redner spricht sich für die tiefe Lage des Tunnels aus, und zwar desshalb, weil der Betrieb wesentlich berücksichtigt werden müsse. Durch einen höheren Tunnel komme man in eine Region, die man vermeiden müsse. Bei tiefer Anlage habe man noch verhältnissmässig sehr günstige Verhältnisse in klimatischer Beziehung, auch würden dadurch die Zufahrtsstrecken sich weit günstiger gestalten, weil sodann eine freiere Bewegung in Bezug auf das Steigungsverhältniss, dessen Maximum von 1 : 35 nicht durchwegs angewendet zu werden brauche, ermöglicht sei.

Sectionsrath Ritter v. Hauer gibt einige Erläuterungen vom geologischen Standpunkte. Gegen die tiefere Lage des Tunnels könne nur der Einwand der Kostspieligkeit erhoben werden; alle anderen Verhältnisse seien entschieden günstiger. Im Falle der praktischen Ausführung werde zwar nicht die Kostensumme geringer werden, als sie veranschlagt ist; wohl aber werde sich das Verhältniss des tieferen Tunnels zum höheren noch günstiger gestalten, als diess im Projecte angenommen sei. Den Härteverhältnissen der Gesteine sei im Projecte viel geringere Rücksicht getragen, als diess nach den Gesteinsproben und nach den Erfahrungen am Mont-Cenis der Fall

sein sollte. Nach den Gesteinsproben sei ein Härteunterschied zwischen Schiefer und Kalkstein von 4 : 1 herausgekommen und gerade dasselbe Verhältniss habe sich am Mont-Cenis ergeben, woselbst Quarz viermal härter und langwieriger zu durchbrechen gewesen sei als Kalk. Im Projecte sei nur ein Unterschied von ungefähr 1 : 2 angenommen. Ausserdem sei bei der tieferen Anlage die Auswölbung des ganzen Tunnels, bei den höheren, im Schiefer auszuführenden Varianten aber nur die Auswölbung der Hälfte der Tunnellänge veranschlagt. In der Praxis werde sich dieses Verhältniss aber anders gestalten, weil man im Schiefer vielleicht auch genöthigt sein werde, den ganzen Tunnel auszumauern.

Regierungsrath Pischof bemerkt hiezu, dass sich die unter dieser Voraussetzung angenommene Kostendifferenz von 2,080.000 fl. bei gänzlicher Ausmauerung des Schiefertunnels auf nur 1,080.000 fl. herabmindern würde, wobei die Betriebskostendifferenz bereits capitalisirt sei, und beantwortet die von Hofrath v. Noerdling und Generaldirector Bontoux gestellte Frage, welches Frachtenquantum bei der Berechnung der Betriebskosten zu Grunde gelegt sei, dahin, dass hierbei eine Verkehrsmenge von 9 Millionen Centner angenommen wurde.

Hofrath Ritter v. Keissler weist darauf hin, dass bei dieser Berechnung der Coëfficient für die ungünstigen Verhältnisse in den höheren Regionen nicht in Betracht gezogen sei, weil sich derselbe im Vorhinein gar nicht ermessen lasse.

Centralinspector Stockert verweist auf die vor zwei Jahren unter seiner Mitwirkung im Comité des Ingenieur- und Architektenvereines gehaltenen Berathungen. Obwohl damals kein so reiches Materiale zu Gebote gestanden habe, sei dennoch der Beschluss einstimmig gefasst worden, welchem durch das Project des tiefstgelegenen Tunnels entsprochen sei.

Würde es sich nur um Anlagekosten und Bauzeit handeln, so wäre das höhere Tunnelproject entsprechend; aber es kommen auch die Betriebsverhältnisse in Betracht. Die Leistungsfähigkeit nehme nach Oben ausserordentlich ab, besonders in Folge der klimatischen Verhältnisse des Arlbergs.

Bei den erwähnten Berathungen sei die günstigere Gesteinsformation — Kalk — des tieferen Tunnels noch nicht bekannt, vielmehr zu befürchten gewesen, dass man in der Tiefe das schwerste Gestein — Schiefer — finden werde: dennoch habe man sich für die tiefste Lage ausgesprochen. Umsomehr gelte das heute.

Ministerialrath Ritter v. Rittinger hebt auch seinerseits die Vollständigkeit des Projectes hervor, und schliesst sich den ausgesprochenen Ansichten über die tiefere Tunneltrace an. Er müsse jedoch bemerken, dass sich die Tunnelvarianten an der Grenze von zwei Gesteinsarten bewegen; einerseits Syenit und Glimmerschiefer, anderseits Kalk und Sandstein. Hierbei werde nun eine verticale Scheidung der Ueberlagerung vorausgesetzt; eine solche sei aber nicht mit apodiktischer Sicherheit anzunehmen. Da eine Ueberlagerung stattfinde, sei es immerhin möglich, dass die Formationsgrenze in einer schiefen Böschung unterhalb des Sandsteines und Kalkes hinab gehe, und dass der Schiefer beim Durchbohren des tiefen Tunnels in grösserem Masse auftrete, als man angenommen habe. Dennoch verschlage das nichts, weil man in diesem Falle bei festem Schiefer mit weniger Mauerung als bei Kalk auskommen könne. Es scheine übrigens, dass bei der Ausmauerung im Kalk zu weit gegangen worden sei; in vielen Fällen werde eine Verkleidung genügen, um atmosphärische Einflüsse abzuhalten. Insbesondere sei auf die geringeren Betriebskosten Rücksicht zu nehmen, und darum die tiefere Trace zu wählen, bei deren Ausführung sich auch Bauzeit und Baukosten durch weitere Vervollkommnung des technischen Vorganges günstiger gestalten werden, wie diess das Beispiel des Mont-Cenis-Tunnels zeige.

Sectionsrath Ritter v. Hauer erwähnt, dass das verticale Streichen der Gesteine allerdings nur auf einer Annahme beruhe, welche jedoch aus der Thatsache des Streichens an der Oberfläche abgeleitet sei, und dass sich bei genauerem Studium die Scheidungslinie genauer feststellen lassen würde. Sectionsgeologe Wolf habe für diese Untersuchung nur die letzten Tage des Spätherbstes verwenden können, wobei die tiefe Linie gar nicht ausgesteckt gewesen sei. Die Erhebungen wären

im nächsten Sommer fortzusetzen. Die Annahme einer senkrechten Scheidung sei aus Erfahrungen in den Alpen, namentlich am Mont-Cenis, geschöpft, wo die Grenze der Gesteine bis auf 1000 Meter hinab nicht um einen Meter verrückt gefunden wurde. Zudem sei eine Aenderung des Neigungswinkels bei sedimentären Gesteinen näher liegend als bei kristallinischen, wie sie am Arlberg vorkommen.

Ministerialrath Ritter v. Rittinger unterscheidet zwar zwischen Ein- und Ueberlagerungen, welch' letztere hier vorliegt, während am Mont-Cenis Einlagerung stattfindet, ist aber nichtsdestoweniger im Principe für den tieferen Tunnel.

Königlicher Rath Thommen erwähnt, dass er schon vor acht Jahren während seiner Dienstleistung in Innsbruck als Bauleiter der Brenner-Bahn Studien über die Ausführung der Arlberg-Bahn gemacht habe. Die von ihm aufgestellte Linie stimme mit der jetzt von der Generalinspection ermittelten Variante II und III überein. Redner sei bei seinen Studien damals von dem Steigungsverhältnisse 1 : 40 ausgegangen, um die Linie den Betriebsverhältnissen der Südbahn anzupassen.

Da die klimatischen Verhältnisse oberhalb Stuben sehr schlimm seien, liessen es alle seine Beobachtungen als wünschenswerth erscheinen, mit dem Eingange des Tunnels unterhalb Stuben herabzukommen. Für den Betrieb und die Bahnerhaltung werde die tiefe Anlage des Tunnels sehr günstig sein; die Frage sei eben nur die, ob die Staatsverwaltung ihre Opferwilligkeit so weit ausdehnen werde, um die viel höheren Baukosten zu tragen, beziehungsweise ob man die Linie für so wichtig halten werde, um diess zu thun. Redner könnte aber der Ausführung des tiefen Tunnels nicht beistimmen, wenn die geologischen Verhältnisse desselben sich nicht so günstig gestalten. In diesem Falle würde sich die Bauzeit verdoppeln und die Baukosten in Folge der Zinsenverluste ganz enorm steigen, so dass dem gegenüber die Schwierigkeiten der höheren Linie überschätzt worden wären. Bei St. Anton betrage der Höhenunterschied der Tunneleingänge nur 108 Meter, dort seien auch die klimatischen Hindernisse nicht so bedeutend. Jedenfalls werde es nicht zweckmässig sein, statt 6 oder 7—12½ Kilometer Gneisschiefer zu durchbrechen. Wenn innerhalb des langen Tunnels häufiger Schichtenwechsel vorkäme, würde der Tunnelbau in Folge der Unmöglichkeit der Wasserableitung undurchführbar werden, da die Schächte unter einander 8 Kilometer entfernt und bei 380 Meter tief sind. Die Erfahrungen am Brenner hätten gezeigt, dass, wenn auch die Baukosten einer Bahn genau veranschlagt sind, die Ansätze für Tunnels wenig Werth besitzen, da die wirklichen Kosten bei diesen absolut unberechenbar seien. Die Wahrscheinlichkeit und Möglichkeit, dass Zufälle eintreten, die nicht vorhergesehen werden konnten, müsse immer im Auge behalten werden. Redner könne demnach im Falle der ungünstigeren Gestaltung der geologischen Verhältnisse der Regierung nicht empfehlen, den tieferen Tunnel auszuführen, sondern wäre unter dieser Voraussetzung, insbesondere aber dann, wenn Schichtenwechsel eintritt, wobei der Wasserzudrang nicht zu bewältigen wäre, ein höherer Tunnel mit entsprechender Längenentwicklung der Linie, um das höhere Plateau bei Stuben zu erreichen, weitaus vorzuziehen, zumal die klimatischen Einflüsse an der durchaus bewaldeten festen Entwicklungslehne bei Stuben nicht so viel ungünstiger und durch anderweitige Vorkehrungen abzuhalten wären.

Centralinspector Stockert glaubt, trotz alldem an dem Gesichtspunkte der Ungestörtheit des Betriebes, welcher für den tieferen Tunnel spricht, festhalten zu müssen.

Ministerialrath Ritter v. Rittinger hält die Durchbrechung der Gesteinsgrenzen zwar für sehr unangenehm, aber den vom Herrn königlichen Rath Thommen befürchteten Wasserzudrang nicht für so gefährlich. Die Schächte seien nicht Arbeitsschächte, sondern nur Richtschächte, und würden nicht viel früher fertig werden, als die Tunnelstrecke, zu der sie führen, wodurch dann für die Entwässerung genügend vorgesorgt sei.

Königlicher Rath Thommen bemerkt hiezu, dass die Grenze der klimatisch ungünstigen Region auch bei dem höheren Tunnel nicht erreicht werde, und dass die Schleife bei Stuben in einem

dichtbestandenen Walde an einer ganz festen Lehne keinen verheerenden Witterungseinflüssen ausgesetzt sei. Die Schächte seien seiner Ansicht nach nicht blos Richtschächte, sondern wirkliche Betriebsschächte, und der Wasserandrang sei von ihm selbstverständlich als nur für die Zeit des Baues gefährlich angeführt worden, wie diess die Erfahrungen am Hauenstein-Tunnel bestätigen, welcher in Folge des nicht zu bewältigenden Wasserzudrangs durch Monate ersäuft war.

Sectionsrath Ritter v. Hauer spricht sich für die Vornahme weiterer genauer Untersuchungen und nöthigenfalls für eine Verschiebung der Linie um 20 bis 50 Meter aus, um der Grenze des Kalksteins auszuweichen.

Regierungsrath Pischof bemerkt, dass die Gefahr des Wasserandrangs besonders bei den höher gelegenen Tunnels bestehe, wo die Linie sich längs den Schichtengrenzen bewegt. Zudem sei bei den höher gelegenen Tunnels das Vorkommen von Quarziten, wie am Mont-Cenis, zu befürchten, während beim tiefen Tunnel nur Schiefer zu besorgen wäre.

Hofrath v. Noerdling will den Wasserzufluss nicht nur für die Ableitung, sondern auch für die Ausmauerung für sehr gefährlich halten. In solchen Fällen werde die Mauerung aufgehalten und könne selbst mit dem besten Cement schwer ausgeführt werden. Die Gefahr der Bauunterbrechung sei verbunden mit der eines langsamen Zugrundegehens des Mauerwerks.

Durch die geologische Reichsanstalt sei noch die Frage bezüglich des Wassergehaltes im Kalkstein zu lösen, da die Oberfläche des Gebirges den ungehinderten Wasserabfluss nicht gestattet und Kalk bekanntlich durchlässig sei. Man werde auch im Kalk Wasser, vielleicht sogar Wasseransammlungen finden. Müsse man dort Wasser erwarten, so wären dadurch die Vortheile der leichteren Durchbohrung compensirt, indem dann namentlich die Herausförderung des Materials erschwert würde. Arbeitszeit und Kosten stünden nicht im geometrischen Verhältnisse zur Härte des Gesteines. Redner würde dann auch die Vortheile der Kostenfrage nicht für so gross halten.

Regierungsrath Pischof ertheilt die Aufklärung, dass bei den Berechnungen nur das arithmetische Verhältniss der Bearbeitungsschwierigkeiten zu Grunde gelegt sei.

Chefingenieur Fölsch hält die Frage des Wasserzudranges für schwierig, erklärt es aber für wahrscheinlich, dass bei einem sehr tiefen Tunnel kein Wasser oder sehr wenig Wasser da sein werde, weil das Wasser beim Herabsickern durch die Felsspalten Veränderungen erleidet. Für den Bautechniker biete die untere Trace Vortheile, finanziell dagegen die obere. Doch sei die Kostenersparniss von 2 Millionen nicht bedeutend genug und werde die Kostendifferenz kleiner werden, indem der Verkehr über 9 Millionen Centner steigen werde. Ausserdem seien wichtig die Kosten der Bahnerhaltung zwischen Dalaas und Stuben, welche Gegend Redner genau kenne. Schon dort sei die Strecke äusserst gefährlich für den Bahnbetrieb im offenen Terrain, keine andere Strecke in Oesterreich sei so den Witterungsverhältnissen exponirt als diese. Darum sei es wünschenswerth, dort die Bahn im Tunnel zu führen.

Andere Schutzmittel, durch welche man sich hievor schützen könnte, wie z. B. hölzerne Schutzdächer, die in Amerika und bei der Fell'schen Mont-Cenis-Bahn angewendet werden, würden keine genügende Gewähr für die Ungestörtheit des Betriebes bieten und hierlands aus betriebspolizeilichen Gründen kaum zugelassen werden.

Die Capitalisirung der Bahnerhaltungskosten des höheren Projectes werde den Mehraufwand des tieferen Tunnels decken.

Die Nachtheile der häufigen Störung des Bahnbetriebes, welche sich ziffermässig nicht veranschlagen lassen, seien für Hauptbahnen — und die Arlberg-Bahn werde eine Hauptbahn werden — nicht zu toleriren.

Ministerialrath Ritter v. Rittinger hält die aus dem Wasserzudrange folgenden Schwierigkeiten für rein local, und glaubt, dass dieselben sich nicht über Strecken von vier bis fünf Klafter Länge erstrecken.

Generalinspector v. Lihotzky erklärt sich gleichfalls für den niedrigen Tunnel.

Generaldirector Bontoux erklärt, noch weitere Studien zur Abgabe seines Gutachtens nöthig zu haben; wenn die Geldfrage nicht massgebend sei, halte er auch den tiefen Tunnel für zweckmässiger. Insbesondere sei ihm die Calculation der Betriebskosten nach dem vorliegenden Projecte nicht bekannt.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, ersucht, die Frage nicht blos in technischer Hinsicht, sondern im Ganzen in Erwägung zu ziehen, und das vorbehaltene Gutachten auch in diesem Sinne abzugeben.

Generaldirector Bontoux verspricht, sich in dieser Richtung zu äussern, sobald er die Calculation mit Rücksicht auf die Erfahrungen der Südbahn beim Betriebe grosser Steigungen nachgeholt haben werde.

Hofrath Ritter v. Keissler verweist darauf, dass die Arlberg-Bahn insbesondere während der Exportzeit vom Juli und August bis Jänner und Februar ihre grösste Leistungsfähigkeit zu entfalten haben werde und desshalb vor Störungen während des Herbstes und Winters geschützt werden müsse, was nur durch den tieferen Tunnel geschehen könne.

Civilingenieur Mayer stimmt entschieden für den langen Tunnel, auch in finanzieller Beziehung. Es spreche nach seiner Auffassung Alles mehr für den langen als für den kurzen Tunnel. Der kurze Tunnel gehe 6—7 Kilometer durch Glimmerschiefer, was beim langen Tunnel nie der Fall sein werde, und es würden daraus alle Nachtheile entstehen, die der Glimmerschiefer im Verhältnisse zum Kalkstein habe. Bezüglich des Wasserandranges sei der kurze Tunnel in der schlechtesten Lage. Dieser werde beim kurzen Tunnel unüberwindlich sein, weil der kurze Tunnel unter der durch die Einsattlung gebildeten Thalsohle des Arlbergs hinführt. Diese Thalsohle werde von der Tunneltrace an zwei Punkten gekreuzt; an diesen Stellen aber werde das ganze Wasser aufgesammelt. Daher sei Redner ganz entschieden für den längeren Tunnel, wenn auch die Gesteine noch härter und selbst 10 Millionen durch den kürzeren zu ersparen wären.

Nach dem Urtheile hervorragender Techniker verursachen je 100 Meter Höhe jährlich eine Mehrausgabe von 100.000 fl. an Betriebskosten. Das gelte aber nur bei günstiger klimatischer Lage.

Der Arlberg sei viel rauher, und an den Punkten, wo die Bahn bei der höheren Trace offen betrieben werden sollte, würde sie oft gesperrt sein. Eine stabile Bahn erhalte man nur durch Ausführung eines längeren Tunnels. Die jährliche Betriebskostendifferenz betrage 200.000—300.000 fl., was einer Bauausgabe von 6 Millionen gleichkommt. Zugleich sei hier die Concurrenz in Betracht zu ziehen. Die Arlberg-Bahn werde vielleicht durch den höheren Tunnel gehindert, die Concurrenz gegen Baiern durchzuführen.

Werde die Arlberg-Bahn nicht concurrenzfähig angelegt, so werde die ganze Bahn eine Localbahn werden und sich als solche nie rentiren. Sowohl als Techniker, wie als Betriebsmann werde man sich nicht für den kurzen Tunnel aussprechen können.

Generaldirector Bontoux erhebt Bedenken gegen die Angabe von 100.000 fl. per Meile als Betriebskostendifferenz, welche in dieser Allgemeinheit nicht aufgestellt, sondern nur nach dem bestimmten Fall berechnet werden könne.

Civilingenieur Mayer erwidert, dass diese Angabe nur als ein durch die Eisenbahnbetriebswissenschaft gebotener Anhaltspunkt für die Beurtheilung anzusehen sei und sich auf Berechnungen gründe, die von Stoll, Director der schweizerischen Nordostbahn, für den Hauenstein-Tunnel und von dem bekannten italienischen Ingenieur Rambeau für den Semmering durchgeführt wurden.

Oberinspector Göbl spricht sich als Betriebsmann für den niedrigst gelegenen Tunnel aus, zumal von einer Rentabilität der Linie nicht die Rede sein könne, und ein Staatsbeitrag *à fond perdu* jedenfalls werde gegeben werden müssen. Der tiefste Tunnel sei der zweckmässigste.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, constatirt die nahezu allgemeine Uebereinstimmung in Bezug auf die erste Frage, nämlich die Höhenlage des Tunnels, und

ersucht die Anwesenden, nunmehr zur Erörterung der zweiten Frage, ob der Arlberg-Tunnel ein- oder zweigeleisig ausgeführt werden solle, überzugehen. Der Herr Vorsitzende bemerkt ferner über Anfrage des Regierungsrathes Pischof, ob hiebei die Tunnelprojecte III und V einander gegenüber gestellt werden sollen, dass es sich nach seiner Ansicht diessfalls nur um die Ausführung des Tunnels überhaupt handeln könne, da die Modalitäten für beide Alternative proportional seien.

Regierungsrath Pischof führt an, dass die Kosten des kurzen Tunnels eingeleisig 16,500.000 fl., zweigeleisig 19,190.000 fl., mithin um circa 2,700.000 fl. mehr, jene des langen Tunnels eingeleisig 24,361.000 fl., zweigeleisig 28,121.000 fl., mithin um circa 3,700.000 fl. mehr betragen.

Hofrath Ritter v. Keissler stimmt für die zweigeleisige Anlage, und zwar aus Betriebsrücksichten, weil die Hindernisse im Tunnel viel grösser sind als in freier Bahn, wie nicht minder wegen der Ventilation. Auch sei für den Fall der Betriebsstörung durch ein Hinderniss mit Rücksicht auf die grosse Tunnellänge das Doppelgeleise sehr wichtig.

Generaldirector Bontoux erwähnt, dass der längste eingeleisige Tunnel der Mont-Cenis-Bahn zwischen Susa und Bardonnèche 2800 Meter umfasse, und dass dort schon der Qualm beim Passiren der Züge höchst unangenehm sei, wie er aus eigener Erfahrung bestätigen könne, wogegen im grossen Mont-Cenis-Tunnel keine Belästigung durch Rauch vorkomme. Die Betriebsfrage sei demnach ganz klar zu Gunsten der zweigeleisigen Anlage.

Centralinspector Stockert bemerkt, das Urtheil der sämmtlichen Fachmänner laute dahin, über eine gewisse Länge hinaus müsse man Tunnels immer zweigeleisig anlegen. Im vorliegenden Falle sei diess doppelt nothwendig, wo die grossen Steigungen die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, constatirt das allseitige Einverständniss in Bezug auf die Nothwendigkeit der zweigeleisigen Anlage des Tunnels und ersucht um Erörterung der dritten Frage, wie es diessfalls mit den kleineren Kunstbauten, Viaducten, kleineren Tunnels, beziehungsweise der ganzen Bahnstrecke zu halten wäre.

Königlicher Rath Thommen hält diese Frage für durch die voraussichtlichen Verkehrsverhältnisse gelöst: wie bei der Linie Carlstadt-Fiume werde eine zweispurige Anlage in der Weise herzustellen sein, dass man sofort die Axe einer zweigeleisigen Bahn der Ausführung zu Grunde legt, vorläufig aber nur ein Geleise herstellt. Die Kunstobjecte seien auch schon jetzt zweigeleisig oder doch so anzulegen, dass später eine Demolirung bereits fertiger Bauten nicht nothwendig ist, sondern bei Anlage der zweigeleisigen Strecke nur einige Bauwerke vervollständigt werden.

Hofrath Ritter v. Keissler hält es für räthlich, das zweite Geleise sogleich herzustellen; man könnte höchstens den Oberbau zurückhalten, der Unterbau wäre aber sofort zweigeleisig auszuführen.

Centralinspector Stockert erwähnt, dass das Comité des Ingenieur- und Architektenvereines einstimmig zu derselben Ansicht gekommen sei, die Hofrath v. Keissler ausgesprochen habe, weil die spätere Erbauung des zweiten Geleises mit zu grossen Schwierigkeiten verbunden wäre. Es sei demnach sogleich der Unterbau für das zweite Geleise herzustellen.

Königlicher Rath Thommen will nur die Intercalarzinsen durch die Verschiebung derjenigen Ergänzungsbauten ersparen, die sich später ohne Störung des Betriebes leichter ausführen lassen.

Hofrath v. Noerdling hält diese Ersparnisse nicht für sehr bedeutend, wohl aber den Nachtheil, dass locale Störungen, wie sie auf derartigen Gebirgsbahnen sehr leicht vorkommen, und bei einem Doppelgeleise nicht störend sind, bei einspuriger Kronenbreite Betriebsunterbrechungen herbeiführen. Die Gefahr einer Unterbrechung sei aber in den ersten Jahren eine um so viel grössere. Redner verweist ferner auf die Fernbahn, welche früher oder später zu Stande kommen und mit der Arlberg-Bahn in Concurrenz treten werde.

Generaldirector Bontoux erklärt, die Arlberg-Bahn werde späterhin zweigeleisig werden müssen, aber vorerst könne man sie auf viele Jahre eingeleisig betreiben, weil die Stationen sehr nahe liegen. Man könne dadurch auf acht Jahre 2—3 Millionen ersparen. Man könne — wie diess die Südbahn in der Strecke Wien-Graz gethan hat — alle Jahre für eine Strecke das Doppelgeleise legen, das koste dann 2—300.000 fl. per Meile und erspare an Zinsen 3—400.000 fl.

Regierungsrath Pischof bemerkt, dass bei sofortiger zweigeleisiger Anlage sich zu Gunsten des grossen Tunnels eine Minderauslage von 1,000.000 fl. ergebe.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, constatirt das allgemeine Einverständniss, dass auch die kleineren Tunnels zweispurig angelegt werden sollen; ebenso die currente Bahn, jedoch mit möglichster Ersparniss an Capitalszinsen, soweit diess ohne spätere Demolirung möglich sei.

Generaldirector Bontoux verspricht der Aufforderung des Herrn Vorsitzenden gemäss, eine Statistik des künftigen Verkehrs der Arlberg-Bahn, welcher von der Betriebs-Abtheilung der Generalinspection auf 9 Millionen Centner veranschlagt wird, mitzutheilen. Der Vorsitzende schliesst hierauf die Sitzung, nachdem vorher die nächste Zusammentretung für Montag den 26. Februar 1872, Vormittag 10 Uhr, zur Berathung der finanziellen Frage einverständlich anberaumt worden war.

Wien, am 22. Februar 1872.

Banhans m. p.

Wiedenfeld m. p.

Dr. Heinrich Ritter v. Wittek,
k. k. Ministerialsecretär als Protokollführer.

Protokoll

der im k. k. Handelsministerium am 26. Februar 1872 abgehaltenen commissionellen Berathung, betreffend die Ausführungsmodalitäten der projectirten Locomotiveisenbahn von Bludenz über den Arlberg nach Landeck und Innsbruck.

Vorsitzender: Se. Excellenz der Herr Handelsminister Dr. Banhans.

Anwesende: Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, Ministerialrath Pfeiffer, Hofrath v. Noerdling, Sectionsrath Ritter v. Pusswald, Regierungsrath Pischof, Regierungsrath Barychar, Ministerialsecretär Pollanetz, Inspector Dostal.

Als Experten: Ministerialrath Ritter v. Rittinger, Sectionsrath Ritter v. Hauer, Hofrath Ritter v. Engerth, Hofrath Ritter v. Keissler, Generaldirector Bontoux, königlicher Rath Thommen, Centralinspector Stockert*), Chef-Ingenieur Fölsch*), Civil-Ingenieur Mayer.

Als Protokollführer: Ministerialsecretär Dr. Ritter v. Wittek.

Da Se. Excellenz der Herr Handelsminister dem Beginne der Berathung beizuwohnen verhindert ist und auch im Verlaufe derselben öfter durch anderweitige dringende Amtsgeschäfte abberufen wird, findet die Berathung inzwischen unter dem Vorsitze des Herrn Sectionschefs Ritter v. Wiedenfeld statt, welcher vorerst den Generaldirector Bontoux ersucht, die versprochene Statistik der voraussichtlichen Verkehrsbewegung der Arlberg-Bahn mitzutheilen.

Generaldirector Bontoux übergibt die bezügliche statistische Zusammenstellung, welcher statistische Daten des Südbahnbureaus und der Kaiserin Elisabeth-Bahn zu Grunde liegen, und der zufolge die nach zwei bis drei Jahren zu gewärtigende Güterbewegung der Arlberg-Bahn auf 8,300.000 Ctr. berechnet ist, an welcher Ziffer der eigene Verkehr, Tiroler-Verkehr, Transitverkehr, Getreideverkehr aus Ungarn, directe Verkehr von Báres-Sissek via Franzensfeste und der directe Verkehr mit der Kaiserin Elisabeth-Bahn participiren.

Ueber die Frage des Herrn Vorsitzenden, ob die angeführte Ziffer als stabil oder einer weiteren Zunahme fähig zu betrachten sei, hält Redner das Letztere für wahrscheinlich, erklärt es aber vorwiegend für eine Tariffrage, welche vielfach von den Concurrenzlinien beeinflusst werde. Bei der obigen Berechnung sei ein Tarifsatz von 0.8 kr. Silber per Centner und Meile = 5 Centimes per Tonne und Kilometer, wie er auf der Brennerbahn besteht, angenommen. Der Arlberg-Bahn werde der grösste Theil des ungarisch-schweizerisch-französischen Verkehres zufallen. Für den grossen Verkehr sei die Tariffrage entscheidend. Die Ziffer von 8,300.000 Ctr. sei nicht sehr hoch gegriffen; diess sei vielmehr ein sehr kleiner Verkehr für die geographische Lage und Bedeutung der Bahn, welch' letztere in statistischer und ökonomisch-politischer Hinsicht so gross sei, dass die Frage, ob anfangs eine Million Centner mehr oder weniger über dieselbe gehen werde, dagegen nicht in Betracht komme.

---

*) Als Vertreter des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines.

Ueber die weitere Frage des Herrn Vorsitzenden, ob bei der erwähnten Annahme die Gisela-Bahn schon berücksichtigt sei, bemerkt Redner, dass von Seite der Südbahn nur der von Pest und Sissek über Franzensfeste transitirende Verkehr in Berechnung gezogen wurde.

Hofrath v. Noerdling erwähnt, dass, wenn die Gisela-Bahn nicht ausgeführt würde, das ganze Verkehrsquantum über den Brenner gehen müsste; denn von Kufstein werde nicht viel über den Arlberg gehen, weil die Baiern von Rosenheim aus die Güter lieber über ihre eigene Bahn führen werden.

Hofrath Ritter v. Keissler bemerkt, dass der Arlberg-Bahn jedenfalls eine grosse Verkehrsmenge von der Elisabeth-Bahn zufliessen werde, wenn die Linie Wörgl-Salzburg einmal gebaut sei. Diess sei theilweise schon bei den Berechnungen der Kaiserin Elisabeth-Bahn in Betracht gezogen. Auf die weitere Frage des Herrn Vorsitzenden, ob für die Arlberg-Bahn keine Zuflüsse in Folge des Ausbaues der ungarischen Westbahn zu erwarten seien, bemerkt

Generaldirector Bontoux, dass der ungarisch-schweizerische Verkehr 3 bis 4 Millionen Centner schon jetzt repräsentire, welche sich auch auf verschiedene Linien vertheilen können. Dieser, sowie der schweizerische Mittelmeer-Verkehr, welch' letzterer schon genau bekannt sei, bilden die Hauptquellen für den Arlberg-Bahn-Verkehr. Der Verkehr vermeide immer die politische Grenze, selbst um den Preis einer etwas höheren Fracht. Die zwei natürlichen Routen für den schweizerisch-ungarischen Verkehr führen einerseits über Essegg, Mohács-Barcs-Franzensfeste, anderseits über Pest-Wien-Salzburg. Durch den im Zuge befindlichen Bau der Linie Basel-Delle-Doubs-Montbéliard werde für den commerciellen Verkehr zwischen Frankreich und Oesterreich durch die Schweiz eine Linie geschaffen, welche in wenigen Händen und wenn nicht billiger, jedenfalls regelmässiger sein werde, als die Route über Strassburg und Deutschland, da sich zwischen Ungarn und der Schweiz nur zwei bis drei österreichische Unternehmungen befinden, was den directen Verkehr ausserordentlich erleichtert. Für diesen grossen Verkehr werde die Arlberg-Bahn berufen sein.

Der Herr Vorsitzende, Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, ersucht um Angabe der voraussichtlichen Steigerung des Verkehres der Arlberg-Bahn in späterer Zukunft.

Generaldirector Bontoux beantwortet diese Frage dahin, dass sich die spätere Verkehrszunahme schwer voraussehen lasse, da dieselbe von vielen anderen Factoren abhängig sei. So insbesondere davon, wie sich nach Vollendung der St. Gotthard-Bahn die Preise des russischen Getreides gegenüber jenen des ungarischen gestalten werden. Romanshorn werde dann über Genua russisches Getreide beziehen, welches schon jetzt in Triest billiger sei, als das ungarische.

Sectionsrath Ritter v. Hauer hält diess nur für eine zufällige Conjunctur, weil in Ungarn die Getreidepreise jetzt in Folge einiger Missjahre enorm hoch, und zwar auf das Doppelte der gewöhnlichen gestiegen sind.

Generaldirector Bontoux verweist ferner auf den Einfluss, den der Suezkanal und die Fernbahn ausüben werden, und betont nochmals die commercielle Bedeutung der Arlberg-Bahn.

Hofrath Ritter v. Keissler bestätigt die Angabe des Vorredners mit dem Beisatze, dass das ungarische Getreide schon jetzt durch das südrussische über Genf gegen Romanshorn zurückgedrängt werde. Im Juli und August, wenn der Export beginnt, halte man in Ungarn die Getreidepreise so hoch, dass das russische und amerikanische Getreide Zeit gewinne, hereinzukommen und in Concurrenz zu treten.

Redner schliesst sich dem Vorredner auch in der Richtung an, dass es schwer sei, die künftige Verkehrszunahme ziffermässig auszudrücken. Die im allgemeinen österreichischen Interesse für diese Bahn zu bringenden Opfer können auch durch einen etwas grösseren oder geringeren Verkehr nicht beeinflusst werden.

Generaldirector Bontoux erinnert an die bei der Brennerbahn gemachten, auch auf den vorliegenden Fall anwendbaren Erfahrungen.

Nach den damaligen Vorerhebungen war für das vierte Jahr eine Einnahme von 80.000 fl. per Bahnmeile präliminirt. Thatsächlich betrug die Meileneinnahme jedoch im ersten Jahre (1868) 50.000 fl., im zweiten (1869) 70.000 fl., im dritten (1870) 80.000 fl. und im vierten (1871) 100.000 fl. Der Verkehr des Mont-Cenis werde auch nicht vor langer Zeit die Verzinsung des Tunnels decken, und dennoch habe die Bahn gebaut werden müssen.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, ertheilt die Zusage, dass die vom Generaldirector Bontoux übergebene statistische Zusammenstellung der General-Inspection behufs der Benützung zukommen werde und ersucht sodann auf die zweite, den Gegenstand der Berathung bildende Frage übergehend, die Anwesenden, sich darüber auszusprechen, in welcher Art sie die Sicherstellung des Bahnbaues als für den Staat am zweckmässigsten erachten würden, insbesondere, ob der Staat den Bau ganz oder theilweise selbst übernehmen oder Concessionäre gegen Leistung der Staatsgarantie aufgesucht werden sollen.

Hofrath Ritter v. Keissler bezeichnet die Beantwortung dieser Frage als erheblich schwieriger denn jene der technischen Fragen, obwohl ein sehr vollständiges Project vorliegt. Erfahrungsgemäss werde fast bei allen Bahnen das Project zu niedrig veranschlagt, so beim Semmering auf 8 Millionen, während die Ausführung 35—36 Millionen gekostet hat. Das Vorkommen eines anderen Materials als Kalk würde den Tunnel sehr vertheuern, und selbst bei kleineren Tunnels werde man oft von Vorkommnissen überrascht, die sich nicht vorausberechnen lassen. Redner bezweifelt, dass sich ein Bauunternehmer finden werde, der die gesammten Arbeiten in Pausch und Bogen übernimmt, und wenn diess der Fall wäre, werde es die Regierung kaum einem einzelnen Unternehmer geben können. Es wären daher vorläufig noch weitere Studien vorzunehmen und die Beantwortung der Frage bis dahin zu verschieben. Auch sei es fraglich, ob mit den Zufahrtsstrecken auch sogleich die Linie Innsbruck-Landeck ausgeführt werden solle; jedenfalls sei der Tunnel von den Strecken zu trennen und der Regierung die weitere unbeschränkte Selbstbestimmung vorzubehalten.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, betont, dass es der Regierung eine grosse Erleichterung und Beruhigung gewähren würde, in dieser Beziehung die Meinungen und Wahrnehmungen der hier versammelten Autoritäten zu hören, und die Frage, welche der Vorredner vertagt wissen will, werde früher oder später jedenfalls an die Regierung herantreten. Nunmehr werde es sich aber in nächster Zeit darum handeln, eine Gesetzvorlage im Reichsrathe einzubringen, und bei diesem Anlasse werde man sich darüber klar werden müssen, wie die Durchführung beabsichtigt werde. Die gewünschten weiteren Vervollständigungen wären demnach näher zu bezeichnen.

Hofrath Ritter v. Keissler ist der Ansicht, dass der Tunnel nur in der Hand der Regierung selbst in Angriff zu nehmen sei. Dazu wären alle Anstalten zu treffen und müssten jedenfalls weitere Erhebungen stattfinden. Der Tunnelbau wäre von der Regierung soweit vorzubereiten, dass er nach der endgiltigen Entscheidung, und zwar nicht in eigener Regie, sondern durch einen Unternehmer fortgesetzt werden kann. Bis dahin werde man Materialpreise, Ausführungskosten etc. genau kennen. Zur Vergebung nach Einheitspreisen seien diese Einzelnheiten nothwendig. Die Strecken, für welche ein genaues Project vorliege, seien jedenfalls im Concessionswege zu vergeben; ob dieselben aber jetzt gleich oder später gebaut werden sollen, hänge von den Geldverhältnissen ab; indessen seien die Strecken jedenfalls sogleich für die Concessionsertheilung vorzubereiten, weil das Project für acht oder zehn Jahre hinaus keinen Bestand hat, binnen welcher Zeit sich die Ausführungskosten schon mit Rücksicht auf das bevorstehende Expropriationsgesetz und die Bestimmungen über Ausführung der Objecte ändern müssen. Die Strecken seien, sofern diess bald geschieht, leicht zu vergeben, und müssten jedenfalls nach Vollendung des Tunnels zu einer einheitlichen Unternehmung verbunden werden.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, präcisirt die Anschauung des Vorredners dahin, dass zunächst der Bau des Tunnels festgestellt, weitere Erfahrungen gesammelt

und dann nach Einheitspreisen vergeben werden solle, die sofortige Inangriffnahme der anderen Strecken nicht unbedingt geboten und diese Frage einstweilen *in suspenso* zu lassen sei, weil man die Kosten der einstigen Ausführung nicht berechnen könne.

Hofrath Ritter v. Keissler will die Frage, ob die Strecken gleich oder später hergestellt werden sollen, einer besonderen Anwendung vorbehalten wissen. Sind die für den Tunnelbau erforderlichen Materialien in der Nähe nicht genügend vorhanden, so werde die Vollendung der Anschlussstrecken die Kosten des Tunnelbaues, jedenfalls aber die Bauzeit vermindern. Hierbei wäre nur die Frage, ob dieser Vortheil die Zinsen deckt, welche von dem Capitale von 26 Millionen auflaufen. Von Innsbruck bis Landeck seien 9 Meilen zu bauen, allerdings mit Berührung von Ortschaften, welche einigen Localverkehr versprechen; auf der anderen Seite seien $8^3/_4$ Meilen in viel schwierigerem Terrain herzustellen, wobei nicht einmal die Betriebskosten bedeckt sein werden. Der Betrieb wäre von Innsbruck bis Landeck allenfalls durch die Südbahn, von Bludenz bis Stuben durch die Vorarlberger Bahn zu besorgen, ohne dass hiedurch den späteren Verhältnissen präjudicirt würde. Diess wäre auch in der Richtung eine Vorbereitung, dass der Verkehr sich dorthin entwickeln und zur Sommerszeit ziemlich lebhaft werden könnte.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, ersucht noch für den Fall, dass die Untersuchung zu dem Ergebnisse führt, es seien die Anschlussstrecken sofort herzustellen, die Frage in Erwägung zu ziehen, in welcher Weise die beiden Strecken ausgeführt werden sollen, ob durch den Staat selbst oder durch einen Concessionär.

Hofrath Ritter v. Keissler hält hie für jeden beliebigen Modus ausser der eigenen Regie für zulässig. Die Concessionirung werde aber jedenfalls so lange zu verschieben sein, bis die Kosten des Tunnels genau bekannt sind.

Hofrath Ritter v. Engerth will zuerst die Frage beantwortet wissen, wie denn die Bahn auszuführen sei, entweder durch die Staatsverwaltung, wo sodann nur eine Betriebsconcession zu geben sei, oder durch einen Concessionär, der den Bau der Bahn, und zwar entweder mit Inbegriff des Tunnels oder nur die Theile ausserhalb desselben auszuführen hätte.

Redner hält es für zweckmässig, die ganze Bahn zu concessioniren und dem Concessionär zu übergeben, welcher auch den Ausbau zu besorgen hätte, jedoch mit dem Unterschiede gegenüber dem sonst üblichen Concessionirungsmodus, dass der Tunnelbau nicht vom Concessionär übernommen wird, sondern dass dieses ganz besondere Object, welches wegen seiner national-österreichischen und staatlichen Bedeutung eine Auslage *à fond perdu* vollkommen rechtfertigt, und mit welchem man die Linie nicht belasten dürfe, ganz oder theilweise von der Regierung bestritten und von ihr ausgeführt wird. Zu dem durch die Regierung auszuführenden Tunnelbau werde der die ganze Bahn übernehmende Concessionär einen Beitrag zu leisten haben, dessen Höhe im Wege der Vereinbarung festgestellt und noch etwas höher als die Kosten der nach der Länge des Tunnels entfallenden gewöhnlichen offenen Strecke zu bemessen sein werde. Man könne diese Strecke als die schwierigste immerhin mit einem höheren Anlagecapitale belasten, da die Bahn eine garantirte sein werde, und demnach für die erste Zeit allfällige Verluste nicht vom Concessionär selbst getragen werden. Nach diesem Vorgange würde also eine Concession gewöhnlicher Art ertheilt, wobei der Concessionär einen Beitrag für den Tunnelbau an die Staatsverwaltung abzuführen habe. Es würde dann nur noch die Frage entstehen, ob die Strecken bis zum Tunnel früher oder zu gleichzeitiger Eröffnung mit diesem letzteren ausgebaut werden sollen. Darüber sei Redner nicht in der Lage sich auszusprechen, es müssten erst Studien gemacht werden über den Werth der Bahn an sich und als Zugang zum Tunnel, dann über die hieraus erwachsenden Lasten. Seien die Vortheile grösser, so sei die Strecke sogleich auszuführen. Werde erkannt, dass die Linien erst in drei bis vier Jahren herzustellen sind, so werde es sich empfehlen, die Concessionirung bis dahin zu verschieben. Der Tunnel müsse aber sogleich auf Staatskosten begonnen werden, wobei das Detail der Vergebung — Einheitspreise oder Pauschale — aus weiteren Studien hervorgehen werde. Es sei nicht räthlich, die Strecke selbst zu bauen und in Pachtbetrieb zu geben, erst später

aber eine Betriebsconcession zu ertheilen, weil hiedurch eine Uebergangsperiode geschaffen werde, in welcher die Regierung theils Erbauer, theils Verpächter wäre, und diess eine unnütze, die Kosten wahrscheinlich vergrössernde Complication zu sein scheine.

Hofrath Ritter v. Keissler verweist auf Erfahrungen aus den 40er Jahren, wo die Staatsverwaltung beim Staatsbaue sehr gut gefahren sei, hat aber nichts dagegen, wenn sich ein Unternehmer findet, die Concession sogleich zu ertheilen, erhebt jedoch Bedenken gegen Festsetzung eines aliquoten Theiles der Tunnelbaukosten, statt welcher er für den vom Concessionär zu leistenden Beitrag eine feste Summe ausgesprochen wissen will.

Centralinspector Stockert glaubt rücksichtlich der Zeit, dass Alles aufgeboten werden sollte, um sobald als möglich zu beginnen. Nach den vorliegenden Daten seien weitere Erhebungen für den Beginn nicht nothwendig. Man werde jedenfalls wegen des grossen Risicos keine Pauschalvergebung einleiten, weil das für beide Theile zu gefährlich wäre.

Man werde vielmehr Einheitspreise nehmen, und dazu seien die Anhaltspunkte geboten. Der Tunnel sei keinesfalls in Regie auszuführen, sondern an einen Unternehmer zu vergeben, und zwar besonders mit Rücksicht auf die schnellste Vollendung unter Festsetzung von Prämien und Pönalien, was sehr zur Verkürzung der Bauzeit beitragen könne. Das gleichzeitige Vergeben der Strecken sei eine Geldfrage. Da der Unternehmer sein Geld aufbringen müsse und der Staat das beurtheilen könne, müsse das finanziell Vortheilhafteste gewählt werden, ob nämlich der Staat sich das Geld billiger schaffe oder ein Unternehmer; vielleicht werde, wenn man Strecken- und Tunnelbau zusammen vergibt, ein grösserer Beitrag zu Letzterem zu erzielen sein.

Redner resumirt seinen Antrag dahin, den Tunnelbau selbst zu behalten, ihn sofort einzuleiten, und die Frage, ob gleichzeitig die Strecken gebaut werden, vorläufig offen zu lassen. Es werde sich aber vortheilhaft zeigen, den Bau der Strecken nicht lange zu verschieben; es müssen Hilfsmittel herbeigeschafft werden, und da würde eine Abgeschiedenheit von der Bahnverbindung grosse Schwierigkeiten machen. Nur bei überwiegendem Ausfalle wäre die frühere Vollendung der Strecke bedenklich; diesen hält Redner aber nicht für wahrscheinlich, da sich längs der Strecke grössere Ortschaften befinden, und die kurze Zwischenstrecke durch Strassenfuhrwerk ergänzt werden könne.

Königlicher Rath Thommen glaubt, man müsse die zukünftige Gestaltung des Unternehmens ins Auge fassen. Jedenfalls werde eine getheilte Unterstützung des Staatsschatzes eintreten; Subvention *à fond perdu* durch Staatsbau oder Barzahlung und für den Rest wohl noch durch Zinsengarantie. Wollte man die ganze Bausumme auf Garantie begründen, so würde das Unternehmen nie industriell werden können, es würde nie aus der Garantie herauskommen, das Papier wäre nur ein fundirtes Staatspapier. Die $8^1/_2$ Meilen lange Strecke Bludenz-Landeck erfordere circa 50 Millionen, Innsbruck-Landeck etwa 1 Million per Meile, also mit Inbegriff der 10 Meilen langen Vorarlberger Bahn die 30 Meilen von Innsbruck zum Bodensee 70 Millionen. Das könnte nie verzinst werden, oder wenn es durch Staatsgarantie geschehe, wäre das Unternehmen so verschuldet, dass die Schuld nicht bis zum Concessionsablaufe getilgt werden könnte. Würde die doppelte Unterstützung gewählt, so werde die Subventionssumme so gewählt werden müssen, dass eine Rentabilität möglich sei. Redner hält auch die Anschlussstrecken für sehr schwierig und kostspielig, insbesondere von Zirl über Silz bis Landeck wegen der Bau- und Inundationsverhältnisse, so dass die Unternehmung kaum selbstständig werden könnte, wenn die Staatsverwaltung nur einen Theil der Tunnelbaukosten übernehmen würde. Redner hält zwei Wege für möglich: 1. entweder wie beim St. Gotthard die von Deutschland, der Schweiz und Italien vorläufig unverzinslich gewährte Subvention von 85 Millionen Francs ohne Rücksicht darauf, wie sich die Gesellschaft mit dieser Summe abfinden wird, und dabei die Stipulation, dass, sobald das Erträgniss eine mehr als 7% Verzinsung der Actien ergibt, der Ueberschuss zwischen der Gesellschaft und den Staatsverwaltungen getheilt werde: also Subvention *à fond perdu* mit Zinsentheilnahme. Der zweite Fall, hier sehr empfehlenswerth, bestünde darin, dass die Staatsverwaltung die ganze Strecke von Innsbruck bis Landeck selbst

baut. Hierbei würde der Ausbau der Strecken von ihrem Ermessen abhängen. Nach Vollendung des Baues und Feststellung der Kostensumme wäre die Concession zu ertheilen für einen angemessenen Theil des Anlagecapitals.

Der Bau von Landeck und Bludenz zur Tunnelmündung werde $3^1/_2$ bis 4 Jahre beanspruchen, da die Arbeitszeit sich auf sehr wenige Sommermonate reducire. Die Vorbereitungen für den Tunnelbau, wobei die Mündungen an vorzüglichen Poststrassen liegen, nur 5—10 Minuten von diesen entfernt, können bei so vorzüglichen Zufahrtsverhältnissen sehr rasch beginnen. Bis zur Vollendung der Zufahrtsstrecken werde der Tunnelbau sehr weit gefördert und jedenfalls so weit sein, dass die Zufuhr grösserer Massen nicht mehr nothwendig ist. Auch würde durch gleichzeitige Ausführung des Tunnels und der Strecken die Arbeitskraft vertheuert. Alle nöthigen Hilfsmaterialien, wie Bohrmaterial, Holz etc., biete die Gegend in reichem Masse. Es würde also bei früherer Vollendung der Strecke der Zinsenverlust ein grösserer sein als der erwachsende Vortheil.

Auch der Verkehr werde kaum in Betracht kommen, bevor der Tunnel vollendet sei. Die ganze obere Innthalgegend sei ausserordentlich arm und besitze keine Industrie, diese sei nur in Vorarlberg vorhanden. Der Localverkehr werde erst nach einer Reihe von Jahren der Bahn etwas zuwenden. Der Transitverkehr werde nichts zuwenden, weil der Export in eine Periode fällt, von August bis Februar, wo die Poststrasse nicht zu passiren sei. Man bleibe zwischen St. Christoph und Stuben bei 5—6 Fuss Schnee auf $1^1/_2$ Stunden Entfernung oft 8, ja selbst 10—12 Stunden unterwegs. Würde nur Innsbruck-Landeck gebaut, so wäre ein Ausfall weniger zu befürchten, weil in Landeck auch der bedeutendere Verkehr aus dem Engadin hinzukomme. Diese Strecke werde demnach die Betriebskosten und einen kleinen Theil der Verzinsung ertragen. Es seien also zwei Wege möglich: sofortige Concessionirung mit einer Subvention *à forfait* mit Vorbehalt einer Participation an den Erträgnissen des gesammten Unternehmens Innsbruck-Bodensee, sobald die Actien z. B. 6 Percent tragen — oder die Regierung baue die Linien selbst, und zwar den Tunnel sofort, Innsbruck-Landeck nach Ermessen für die Localinteressen der Gegend, die Anstossstrecken von Bludenz und Landeck aber erst dann, wenn der Tunnel etwas vorgeschritten sei und sich voraussehen lasse, dass bis zur Vollendung des Tunnels die ganze Bahn fertig und dem Verkehre übergeben werden könne. Dann werde sich, nachdem alle Kosten feststehen, herausstellen, welche Kosten die Regierung übernimmt und wem sie die Bahn zur weiteren Benützung übergibt.

Chef-Ingenieur Fölsch geht auch von der Voraussetzung der Garantie und Subvention aus. Mit den beiden Modalitäten aber, welche der Vorredner entwickelt hat, sei er nicht ganz einverstanden. Die beim St. Gotthard gewählte Modalität habe den grossen Nachtheil, dass die ungünstigen Chancen des Unternehmens, die ganze Last, die aus Zufälligkeiten erwächst, im Vorhinein auf eine Gesellschaft geworfen wird, wobei die Gesellschaft sich dem Staate gegenüber die nachtheiligsten Chancen berechnet, wodurch dann grosse Nachtheile entstehen. Redner hält es für viel zweckmässiger, wie Hofrath Engerth beantragt hat, sogleich die Concession zu ertheilen. Die zweite Modalität, Bau auf Staatskosten, die in den letzten Jahren nie zur Anwendung kam, habe manche Nachtheile und solle nur in Nothfällen eintreten; ein solcher liege beim Tunnelbau vor, nicht aber bei den Zufahrtsstrecken, welche, wenn auch schwierig, doch durch einen Unternehmer hergestellt werden sollten. Eine provisorische Vergebung des Betriebes würde viel Missliches haben. Das Ganze sei sogleich einer Gesellschaft zu übergeben. Die Anschlussstrecken seien sobald als möglich herzustellen: Innsbruck-Landeck sei, wie schon der Vorredner bemerkt habe, wünschenswerth, aber auch die übrigen, weil sie vier Jahre in Anspruch nehmen, und daher nicht zu spät begonnen werden dürfen.

Wenn auch für die erste Installirung noch nicht benützbar, seien sie doch für die Fortsetzung des Baues nöthig, inzwischen werde sich der Localverkehr entwickeln, der nicht so unbedeutend sei. Auch der Transit sei schon jetzt durchaus möglich. Der Umweg von Innsbruck nach Bregenz und der Schweiz betrage 40 Meilen gegenüber der Route über die Arlberg-Bahn und sei demnach so bedeutend, dass man gern 20—24 kr. für das Strassenfuhrwerk, welches hiebei wohl

bestehen könne, zahlen werde. Redner hat selbst auf diesem Wege für die Vorarlberger Bahn leicht und billig Sendungen bezogen. Der Verkehr werde dadurch in mässigen Quantitäten der Route zugewendet. Ausserdem bestehen strategische und politische Rücksichten, die Redner nur beiläufig andeuten wolle; jetzt wäre es leichter, die Capitalien herbeizuschaffen und das Geschäft zu financiren, als zu irgend einer anderen Zeit. Redner bittet, diese Frage recht bald einer sorgfältigen Erwägung zu unterziehen.

Generaldirector Bontoux ist absolut für den Bau durch den Staat. Es handelt sich um ein volkswirthschaftliches Instrument, welches erst in acht Jahren brauchbar sein werde. Wollte man heute concessioniren, so seien so viele Chancen für Baubeginn und Rentabilität, dass man operire, ohne zu wissen, was man thut.

Eine Concessionsgesellschaft werde bei der sechs- bis achtjährigen Bauzeit beachten müssen, wie sich die Verhältnisse inzwischen gestalten können, insbesondere im Falle der Vollendung der St. Gotthard-Bahn, sowie des Baues der Fernbahn und einer directen Linie von Venetien nach der Schweiz. Man werde inzwischen eben ein Emissionsgeschäft, aber kein Baugeschäft machen.

Der Staatsbau habe bisher nicht technisch, aber finanziell einen üblen Ruf. Der Staat könne so gut bauen, wie eine Gesellschaft. Die Bauten seien zu trennen: bezüglich des Tunnels seien Alle einverstanden, dass der Staat ihn bauen müsse; bezüglich der Linie werde aber nur der Staat wissen, wann es convenirt, sie zu bauen, und der Staat könne mit grossem Gewinne gegenüber einer Gesellschaft sie bauen, weil er nicht so grosse Chancen zu decken habe.

Zuerst solle der Staat den Tunnel anfangen; von heute in 18 Monaten könne man eine solche Kenntniss der Localverhältnisse gewonnen haben, dass man viel besser als heute calculiren könne, wann der Tunnel fertig werde.

Ende 1873 werde man diese Frage studirt haben. Auch dann aber wäre noch nicht der Moment, die anderen Linien zu concessioniren, weil der Moment zu früh wäre, bezüglich der Bauverhältnisse und der Rentabilität. Die Garantie solle nur die Aufgabe eines Uebergangsstadiums haben; bilde sie die einzige Hilfsquelle, so verliere die Unternehmung ganz den industriellen Charakter und bleibe immer auf die Staatsverwaltung angewiesen. Redner kennt eine Bahn, die 80.000 fl. per Meile Netto-Garantie hat und dazu 160.000 fl. per Meile Brutto-Einnahme brauchen würde.

Entgegen der Behauptung von der Unzuverlässigkeit der Kostenvoranschläge bemerkt Redner, dass man bei gehöriger Vorbereitung die Kosten schon voraussehen könne. Die Brenner-Bahn sei unter den ungünstigsten Verhältnissen eines dazwischen fallenden Kriegsjahres gebaut und doch nur um 4—500.000 fl. theuerer geworden, als der Voranschlag; der Unterbau war auf 19 Millionen berechnet und nur der schon dafür bestimmte zehnpercentige Rabatt der Subunternehmer, sowie 4—500.000 fl. seien darauf gezahlt worden. Die in einigen Strecken ziemlich schwierige Linie Villach-Franzensfeste von 28 Meilen Länge sei um 1,100.000 fl. billiger gebaut worden, als präliminirt. Der Staat könne den Bau einer Linie riskiren, ohne in Gefahr zu sein, sein Präliminar überschritten zu sehen.

Heute könne man ganz anders operiren, als beim Semmering und Karst. Der Staat werde bauen lassen durch grosse Unternehmer in jener Zeit, wo man sieht, dass der Moment gekommen sei. Innsbruck-Landeck könne als letzte Strecke gebaut werden, wenn man den Localverkehr nicht berücksichtigen wolle. Man könne auf diese Art ungeheuer Viel gewinnen: sei man einmal ein bis zwei Jahre weit entfernt von der Vollendung des Tunnels, wo das Instrument seinen Werth erhalte und seine Wirksamkeit beginne, dann könne man concessioniren, denn dann könne der Werth calculirt werden, was heute unmöglich sei.

Ministerialrath Ritter v. Rittinger ist nicht der Ansicht, dass die Bahn vom Staate gebaut werden solle. Die andere Alternative aber — Ueberlassung der ganzen Strecke mit Inbegriff des Tunnels an einen Concessionswerber — wäre nicht zu empfehlen, weil der Tunnel in Bezug auf Ausgaben ein so unsicherer Factor sei, dass der Concessionär diese Unsicherheit ebenfalls in

Rechnung bringen werde. Man würde unmöglich günstige Bedingungen erreichen, weil der Concessionär äusserst ungünstige Verhältnisse anrechnen müsste. Anders sei die dritte Modalität: Vergebung der Anschlussstrecken an den Concessionär und Inangriffnahme des Tunnels durch den Staat. Der Tunnel sei vorzugsweise zur Ausführung durch Staatsorgane geeignet, da man ihn kaum auf 40 Percent genau veranschlagen könne. Auch sei dessen Abtretung an einen Bauunternehmer wegen des ungeheuren Risico's, das eine von beiden Parteien übernehmen müsste, nicht zu empfehlen. Der Tunnel solle daher vom Staate ausgeführt werden, und zwar nicht durch einen Bauunternehmer, sondern in eigener Regie mit Special-Accord. Ob aber die Anschlussstrecken gleich oder später in Angriff genommen werden sollen, müsse man den Concessionären derselben überlassen; unter den Concessions-Offerten werde man aber dasjenige auswählen, welches die günstigsten Resultate biete.

Königlicher Rath Thommen spricht sich ganz entschieden und wiederholt für den Staatsbau aus. Es sei der Staatsbau ein Schlagwort geworden: warum sollte der Staat nicht so gut bauen als eine Gesellschaft?

Bei Expropriationen, die sehr ins Gewicht fallen, denn am Brenner habe die Südbahn 200.000 fl. per Meile, im Ganzen 3 Millionen für 16 Meilen ganz uncultivirtes Terrain gezahlt, könne die Staatsverwaltung ganz andere Hebel ansetzen, und das werde im oberen Innthal wie am Brenner und im Pusterthal gelten. Der Staat könne um die Hälfte oder ein Drittel billiger expropriiren. Die Staatsorgane sollen geeignet sein, den schwersten Theil der Aufgabe, die Projectsverfassung und den Tunnel auszuführen, aber nicht die viel leichteren Anschlussstrecken. Man habe die jetzt günstige Financirung hervorgehoben. Diese aber könne, wie alle grösseren Gelbbeschaffungen unserer Privatgesellschaften, nicht sogleich geschehen, sondern erst dann zum Abschlusse kommen, wenn der Tunnel durchschlägig geworden und betriebsfähig sei. Für die heutige Financirung sei nur ein kleiner Theil des Anlagecapitals massgebend. Werde die Bauzeit grösser, z. B. zehn Jahre, oder werde sie auf sechs Jahre herabgesetzt, so werde das auf die Intercalarien des in den anstossenden Partien engagirten Capitals zurückwirken und sei heute ganz unberechenbar. Bis dahin sei auch nicht 1 Percent der Verzinsung zu erhalten. Die Bevölkerung sei eine so blut- und bitterarme, dass ihre Bedürfnisse minimal sind. Die möglichen Intercalarverluste müssten durch eine so hohe Garantie oder sonstige Rückhalte gegenüber dem Staate gedeckt werden, dass auch vom Standpunkte der Financirung nichts dafür spreche, das Geschäft sogleich an eine Gesellschaft zu übergeben.

Alle Verhältnisse consolidiren sich, Capitalsanlage und Wohlhabenheit schreiten vor, so dass sich im Ganzen und Grossen ein Fortschritt kundgebe bezüglich der Ermässigung des Zinsfusses. Davon werde aber eine Gesellschaft, die in acht bis neun Jahren die fertige Bahn übernimmt, nur um so mehr profitiren. Eine fertige und gut gebaute Bahn könne ihre Papiere zu einem ganz anderen Course auf den Markt bringen, als ein Unternehmen, das man heute gründe und mit ganz unklarer Summe; die Frage der Ueberlassung des Tunnels umsonst oder gegen theilweisen Kostenersatz sei ganz offen, 10—15 Percent der Bausumme gehen jedenfalls durch die Geldbeschaffung verloren. Der Staatsbau biete eine viel reellere und solidere Grundlage. Die Durchführung desselben sei eine Reihe von Detailfragen. Der Staat könne den Tunnelbau in Betrieb setzen im kleinen Accord, Vorstollen, Schächte und so allmälig sich aus der vorhandenen wirklichen Ausnützung der Maschinen ein gründliches Bild der einzelnen Arbeitsgattungen erwerben. Dann werde die Staatsverwaltung in die Lage kommen, nach drei bis vier Jahren einen verlässlichen Generalaccord abzuschliessen, so wie diesen die italienische Unternehmung mit 4600 Francs per Meter am Mont-Cenis hatte. So werde viel früher ein klares Bild von den Kosten erlangt werden. Vielleicht könne man dann schon in vier Jahren an die Concessionirung gehen. Redner würde aber selbst diesen Vorgang nur als Verbesserung der Methode ansehen, und den Selbstbau für die beste Methode halten, besonders bei Innsbruck-Landeck, wo an einen Localverkehr und an eine Rentabilität gar nicht zu denken sei, obwohl es vielleicht der Staatsverwaltung als solcher conveniren könnte, diese Strecke früher zu eröffnen und vielleicht zu verpachten.

Generaldirector Bontoux stimmt diesen Ausführungen vollständig bei, man würde sonst durch acht Jahre ein industrielles Geschäft haben, das gar nicht industriell sei. Bei Innsbruck-

Landeck werden auch die Staatsrücksichten allein in Betracht kommen. Werde der Betrieb verpachtet, allenfalls an die Südbahn, so könne derselbe billiger geführt werden, allenfalls mit je einem Zuge täglich auf und ab, was für das arme Land genüge, während eine concessionirte Gesellschaft ihn nur sehr theuer führen könnte. Der Staat habe von seinen Ausgaben keine Zinsen zu rechnen, und es sei der beantragte Modus für ihn das einzige Mittel, um später zu seinem Gelde zu kommen. Um die Zinsen des ganzen Capitals der Strecken aufzubringen für die 17 Meilen Innsbruck-Landeck-Bludenz, deren Effectivkosten ohne Intercalarzinsen 26 Millionen oder 1,550.000 fl. per Meile betragen, seien selbst mit Einschluss des Tunnels von 20 Millionen effectiv ohne Intercalarzinsen, für zusammen 46 Millionen nur 230.000 fl. Brutto-Einnahme per Meile erforderlich, aber nur dann, wenn kein Verlust an Intercalarzinsen eintritt. Diese Ziffer sei nicht so ungeheuerlich. Redner hat als einfacher Ingenieur an der Linie Lyon-Marseille gearbeitet, deren Ertrag auf 80.000 fl. per Meile berechnet war und jetzt 5—600.000 fl. beträgt.

Ueber Anfrage des Hofrathes v. Noerdling bemerkt Redner, dass bei der veranschlagten Verkehrsmenge von 8,300.000 fl. ein Ertrag von 100.000 fl. per Meile auf Grund eines Tarifes von nicht ganz 1 kr. per Centner und Meile sich ergeben würde.

Hofrath Ritter v. Engerth ist durch die vorgebrachten Argumente nicht von seiner Ansicht abgebracht worden. Er stelle nicht in Abrede, dass der Staat mitunter sogar sehr billig gebaut habe. Das sei aber hier nicht massgebend. Alle Vorredner setzen voraus, dass die fertige Bahn an einen Concessionär zum Betriebe übergeben werden soll. Sollte aber vorher der Staat für einen provisorischen Betrieb sorgen? Dafür werden die zu erlangenden günstigeren Bedingungen und Ersparnisse an Intercalarzinsen geltend gemacht. Was die Intercalarzinsen anlange, so sei das gleich und hänge davon ab, wann der Bau der Nebenlinien gegenüber der Beendigung des Tunnels begonnen werde, ob man theilweisen Betrieb als Eröffnung anerkenne und der Zinsengarantie oder dem Baufonde auflaste. Im ersteren Falle trete keine Intercalarverzinsung, sondern die Zinsengarantie ein. Der richtige Zeitpunkt sei eben noch zu studiren und die Concession vielleicht erst in zwei bis drei Jahren zu ertheilen; dann falle das Moment der Unsicherheit weg.

Staatsbau und provisorische Betriebsübergabe complicire die Sache und verursache unnöthige Auslagen. Es sei daher nothwendig, jetzt die Entscheidung zu treffen, dass die Strecke concessionirt und garantirt wird, der Tunnel aber durch den Staat auf eigene Kosten ausgeführt werden soll und die Concessionäre einen Theil der Kosten übernehmen.

In 18 Monaten oder in einem Jahre werde die Bauperiode des Tunnels sicher ermessen werden können. Dann wäre es an der Zeit, die Concession zu ertheilen, in welcher nunmehr die Bauzeit zu bestimmen und vielleicht auch die Bestimmung aufzunehmen wäre, dass, falls der Tunnelbau sich verzögern sollte und die Strecken schon ausgebaut sind, von diesem Zeitpunkte aus die Zinsengarantie einzutreten habe, wo sodann für die Gesellschaft die Unsicherheit wegfällt und die eventuellen Verluste des Staates für das ausgelegte Capital ohnediess eintreten würden.

Centralinspector Stockert schliesst sich diesen Bemerkungen an. Bezüglich der Bauausführung habe der Staat für den vom Ministerialrathe Ritter v. Rittinger empfohlenen Regieweg keinen Apparat, und werde sich einen solchen auch nicht leicht herbeischaffen können. Da sei ein Unternehmer viel empfehlenswerther. Der Staat könne durch eindringliche Ueberwachung alle nöthige Abhilfe treffen. Der Tunnelbau solle also vom Staate einem Unternehmer übergeben werden.

Generaldirector Bontoux meint, wenn man sich für die Concessionirung entscheiden sollte, müsste man auch eine Subvention für die Zufahrtsstrecken geben. Für die 17 Meilen lange Strecke allein entfallen 26 Millionen; die zur Verzinsung erforderlichen 80.000 fl. per Meile wären, um die Oekonomie des Betriebes nicht zu gefährden, nicht ganz als Garantie zu geben, sondern höchstens 50—54.000 fl. per Meile; hiedurch würde ein Interesse am Verkehre entwickelt.

Es wäre demnach eine Subvention von 6—7 Millionen mit Participation am Erträgniss zu gewähren und hiefür eine Concurrenz zu eröffnen, ausgehend von dem Maximum von 55.000 fl.

per Meile Garantie und 7 Millionen Subvention. Für diese Theilnahme bekäme der Staat Titel lit. B oder C, welche in Betheiligung am Erträgnisse treten, wenn die Einnahmen eine gewisse Grenze übersteigen. Gebe man 75—80.000 fl. Garantie, so mache man ein schlechtes Geschäft. Ausserdem bleibe die Staatsbetheiligung am Tunnel.

Hofrath Ritter v. Keissler will das Gesetz nur in der Weise eingebracht wissen, die Bahn werde gebaut und die Regierung ermächtigt, den Bau durchzuführen. Die Details seien heute noch nicht festzustellen. Rasche Inangriffnahme sei vor Allem nothwendig, um mit dem Tunnel nicht zurückzubleiben.

Hofrath Ritter v. Engerth hält die über den Tunnel hinausgehende Subvention neben der Garantie nicht für nothwendig, nachdem die Bahn einmal mit der Brennerlinie gleichgestellt wird. Wenn diese letztere so bald auf 100.000 fl. Meilenerträgniss gekommen sei, werde dasselbe von der Arlberg-Bahn gelten. Werde die Concession bis zur Eröffnung verschoben, so werde ein Erfolg gleich für die erste Betriebsperiode vorausgesetzt, der nicht zu erwarten sei. Redner bleibt bei seiner Ansicht, dass die Strecke keine Subvention braucht, und die Concessionäre ganz wohl einen Theil der Tunnelbausumme übernehmen können.

Generaldirector Bontoux betont nochmals, dass er nur den industriellen Charakter des Unternehmens gewahrt wissen wolle.

Hofrath Ritter v. Engerth weist darauf hin, dass der Staat sich das nöthige Geld auch beschaffen müsse, ob durch Zinsen oder durch Garantievorschüsse, sei gleichgiltig.

Der Vorsitzende, Herr Sectionschef Ritter v. Wiedenfeld, schliesst hierauf die Berathungen mit dem Ausdrucke des Dankes für die von den anwesenden Fachmännern der Regierung bewiesene bereitwillige Unterstützung.

Wien, am 26. Februar 1872.

Banhans m. p.

Wiedenfeld m. p.

Dr. Heinrich Ritter v. Wittek,
k. k. Ministerialsecretär als Protokollführer.

III.

Uebersichtliche Darstellung

der zur Ausführung beantragten Trace.

III.

Uebersichtliche Darstellung

der zur Ausführung beantragten Trace.

Die im Handelsministerium zur Beurtheilung der günstigsten Trace für die Arlberg-Bahn am 22. und 26. Februar 1872 abgehaltene Enquête hat sich, wie aus den beiden vorstehenden Protokollen zu entnehmen ist, für die Realisirung des unter Nr. 2/V dargestellten Tunnelprojectes, demnach für die tiefste Lage des Alpentunnels, dann für die doppelgeleisige Anlage desselben und des Unterbaues der Zufahrtsstrecken ausgesprochen.

Im Einzelnen ist mithin die aus der Combination der erwähnten Tunnelvariante mit der rothen Alternativ-Trace hervorgehende Linie zur Ausführung empfohlen.

Die hiernach beantragte Trace zweigt vom östlichen Ende der Station Bludenz ab und übersetzt in geringer Entfernung von derselben die Reichsstrasse, um die rechte vor Lawinen gesicherte Lehne des Alfenz-Thales zu gewinnen.

Unter Benützung dieser Lehne werden die Orte St. Peter, St. Leonhard, Bratz, Hintergasse, Dalaas, Wald, Danöfen, Klösterle und Langen berührt; bei diesem letzteren Orte erreicht die in den vorigen Strecken hochgelegene Nivelette die Thalsohle und beginnt der Alpentunnel.

Dieser seiner grössten Ausdehnung nach im Kalkstock liegend, erfordert bei der Länge von 12.4 Kilometer voraussichtlich eine Bauzeit von circa $8^1/_2$ Jahren.

Der westliche Tunneleingang bei Langen hat eine absolute Höhe von 1210 Meter, der Culminationspunkt 1267 Meter und der auf der östlichen Seite des Arlberges bei St. Jacob projectirte Tunnelausgang eine Meereshöhe von 1260 Meter.

Die Richtung des Tunnels ist wegen Anlage von Betriebs- und Ventilationsschächten, insbesondere aber auch dessha'b zweimal gebrochen, um dem kristallinischen Gebirgsstock der Arlberg-Wasserscheide auszuweichen und den Tunnel in dem nördlich der Wasserscheide gelegenen Kalkstock durchschlagen zu können.

Von den zur Ausführung beantragten drei Schächten hat jener bei Langen die Tiefe von 154 Meter, jener bei Stuben 206 Meter und jener bei St. Jacob die Tiefe von 344 Meter.

Unmittelbar nach dem (östlich) bei St. Jacob projectirten Tunnelende übersetzt die offene Bahn den Rosana-Bach und führt sodann ununterbrochen, bis zur Einmündung in das Innthal, auf der rechten Lehne unter Berührung der Orte Pettneu, Flirsch, Strengen, Schloss Wiessberg und Landeck.

Die Gesammtlänge dieser Trace beträgt 63.677 Kilometer = 8.393 Meilen.

Nachdem, wie im technischen Berichte erwähnt, das Project für die Arlberg-Bahn in fünf verschiedenen Varianten ausgearbeitet wurde, die für mehrere Varianten gleich bleibenden Strecken in den Zeichnungen aber nur einmal behandelt sind, so wird bezüglich der Führung der Trace von

Bludenz bis Langen, dann von St. Jacob bis Landeck auf das Project Nr. 2/III (zinnoberrothe Trace), dagegen bezüglich des Arlberg-Tunnels und der zugehörigen Anschlussstrecken, sowie deren Kosten auf das Project Nr. 2/V hingewiesen.

Ueber die Motive der Traceführung für Project Nr. 2/V im Allgemeinen, sowie speciell über jene des grossen Tunnels gibt der technische Bericht vollkommenen Aufschluss.

Die Maximalsteigung in der Strecke Bludenz-Langen beträgt in den tieferen Regionen 29‰ und wird je nach der Zunahme der Höhe bis auf 27‰ herabgemindert.

In der Strecke St. Jacob-Landeck ist das Maximalgefälle mit 25‰ durchgeführt.

Die Annahme der grösseren Steigung auf der Westseite des Arlberges ist nicht nur durch die örtlichen Verhältnisse gerechtfertigt, sondern wegen der entsprechenden Ausnützung der Zugkraft sogar geboten, da der Massenverkehr der Arlberg-Bahn hauptsächlich in der Richtung von Ost nach West stattfinden wird, während in umgekehrter Richtung nur eine theilweise Belastung der Züge stattfinden dürfte.

Der Minimal-Radius beträgt in keinem Falle weniger als 250 Meter.

Die Anlage des Unterbaues war in dem vorliegenden Projecte ursprünglich blos für ein Geleise in Aussicht genommen, wesshalb, um den Anforderungen des Betriebes gleichwohl zu entsprechen, möglichst viele Ausweichstationen projectirt wurden.

Für den Alpen-Tunnel selbst wurden die Kosten sowohl für die ein- als zweigeleisige Anlage berechnet und dadurch der Unterschied der betreffenden Kosten ersichtlich gemacht.

Nachdem die einberufene Enquête sich jedoch ganz entschieden für die zweigeleisige Ausführung des Alpen-Tunnels, sowie des Unterbaues der beiderseitigen Zufahrtsstrecken zwischen Bludenz und Landeck ausgesprochen hat, wird diesem Berichte auch ein für das empfohlene Project verfasster summarischer Kostenanschlag beigelegt, aus dem die Kosten des Unterbaues der beiderseits des Alpen-Tunnels liegenden Zufahrtsstrecken sowohl für die ein- als zweigeleisige Anlage entnommen werden können.

Nach diesem Kostenanschlage betragen die effectiven Baukosten bei Ausführung des eingeleisigen Unterbaues ohne Alpen-Tunnel per Meile . . . . . 1,779.590 fl.
daher im Ganzen . . . . . 12,029.923 „

Die Mehrkosten im Falle der Herstellung des Unterbaues für das zweite Geleise der offenen Anschlussstrecken betragen nach approximativer Berechnung per Meile 466.808 fl., im Ganzen . . . . . 3,155.160 „

Die Kosten des zweispurigen 12.4 Kilometer langen Alpen-Tunnels betragen per Meile 11,007.632 fl., im Ganzen . . . . . 17,997.478 „
somit die effectiven Baukosten der Strecke Bludenz-Landeck zusammen . . . . 33,182.561 „
oder per Meile . . . . . 3,955.013 „

Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Anschlussstrecken einerseits von Bludenz, andererseits von Landeck bis zu den Tunnel-Mündungen bei Langen und St. Jacob eine Bauzeit von drei Jahren erfordern.

Der Oberbau ist selbstverständlich blos für Ein Geleise in der currenten Bahn berechnet, weil nicht wohl anzunehmen ist, dass die sofortige Legung des Doppelgeleises nothwendig sein werde; die Herstellung des Oberbaues für das zweite Geleise zwischen Bludenz und Landeck wird seinerzeit einen Mehraufwand von circa . . . . . 1,447.000 fl.
oder per Meile . . . . . 175.480 „
erfordern.

Beilage F zeigt das Längenprofil der eben besprochenen, zur Ausführung beantragten Trace.

Summarischer Kostenanschlag.

Post-Nr.	Gegenstand	Kosten per Kilometer Bahnlänge	Kosten per Meile Bahnlänge	Kosten Im Ganzen
	Länge der offenen Bahn = 51.277 Kilometer = 6.758 Meilen, Länge des Alpentunnels = 12·400 „ = 1·635 „ Zusammen = 63.677 Kilometer = 8.393 Meilen.			
	Kosten der Zufahrtsstrecken beiderseits des Alpentunnels bei Herstellung eines eingeleisigen Unterbaues:			
I	Vorarbeiten	1.190	9.029	61.020
II	Bauaufsicht	4.000	30.341	205.108
III	Grundeinlösung	7.539	57.186	386.582
IV	Erdarbeiten	39.320	298.252	2,016.186
V	Nebenarbeiten	60.769	460.956	3,116.063
VI	Kleine Kunstbauten	19.012	144.210	974.864
VII	Grosse Kunstbauten	23.369	177.263	1,198.300
VIII	Beschotterung	6.066	46.012	311.037
IX	Oberbau	27.898	211.618	1,430.541
X	Hochbau	15.505	117.612	795.058
XI	Einfriedungen, optische und acustische Signale und Einrichtung der Bahn	4.930	37.399	252.820
XII	Rollendes Material	23.508	178.332	1,205.429
XIII	Betriebs-Vorauslagen	1.500	11.380	76.915
	Summe der effectiven Baukosten bei eingeleisigem Unterbau	234.606	1,779.590	12,029.923
	Kosten der Herstellung der Unterbauarbeiten für das zweite Geleise	61.532	466.808	3,155.160
	Zusammen . . .	296.138	2,246.398	15,185.083
	Kosten des Arlberg-Tunnels in der Länge von 12.4 Kilometer mit einem lichten Querprofile für zwei Geleise und eingeleisigem Oberbau	1,451.167	11,007.632	17,997.478
	Summe der effectiven Baukosten der Strecke Bludenz-Landeck mit zweigeleisigem Unterbau	521.107	3,955.013	33,182.561

Beilagen.

A. Uebersichts-Plan der Strecke Bludenz-Landeck.

B. Geologische Karte des Arlberges.

C. Geologische Querprofile.

D. Längenprofile der verschiedenen Varianten.

E. Graphische Darstellung der Schneeverhältnisse des Arlberges und der Höhenverhältnisse der wichtigsten Alpenübergänge.

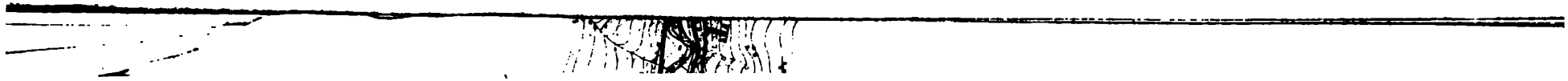
F. Längenprofil der beantragten Trace.

Beilage *A.*

Uebersichts-Plan der Strecke Bludenz-Landeck.

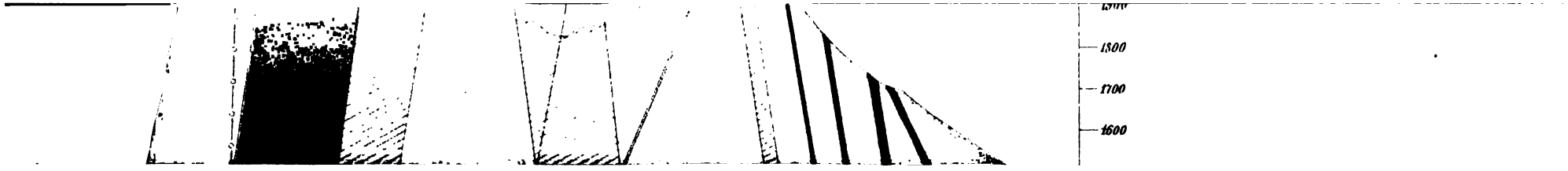
Beilage *B.*

Geologische Karte des Arlberges.



Beilage *A.*

Uebersichts-Plan der Strecke Bludenz-Landeck.


1800
1700
1600

Beilage *B.*

Geologische Karte des Arlberges.

Beilage *C.*

Geologische Querprofile.

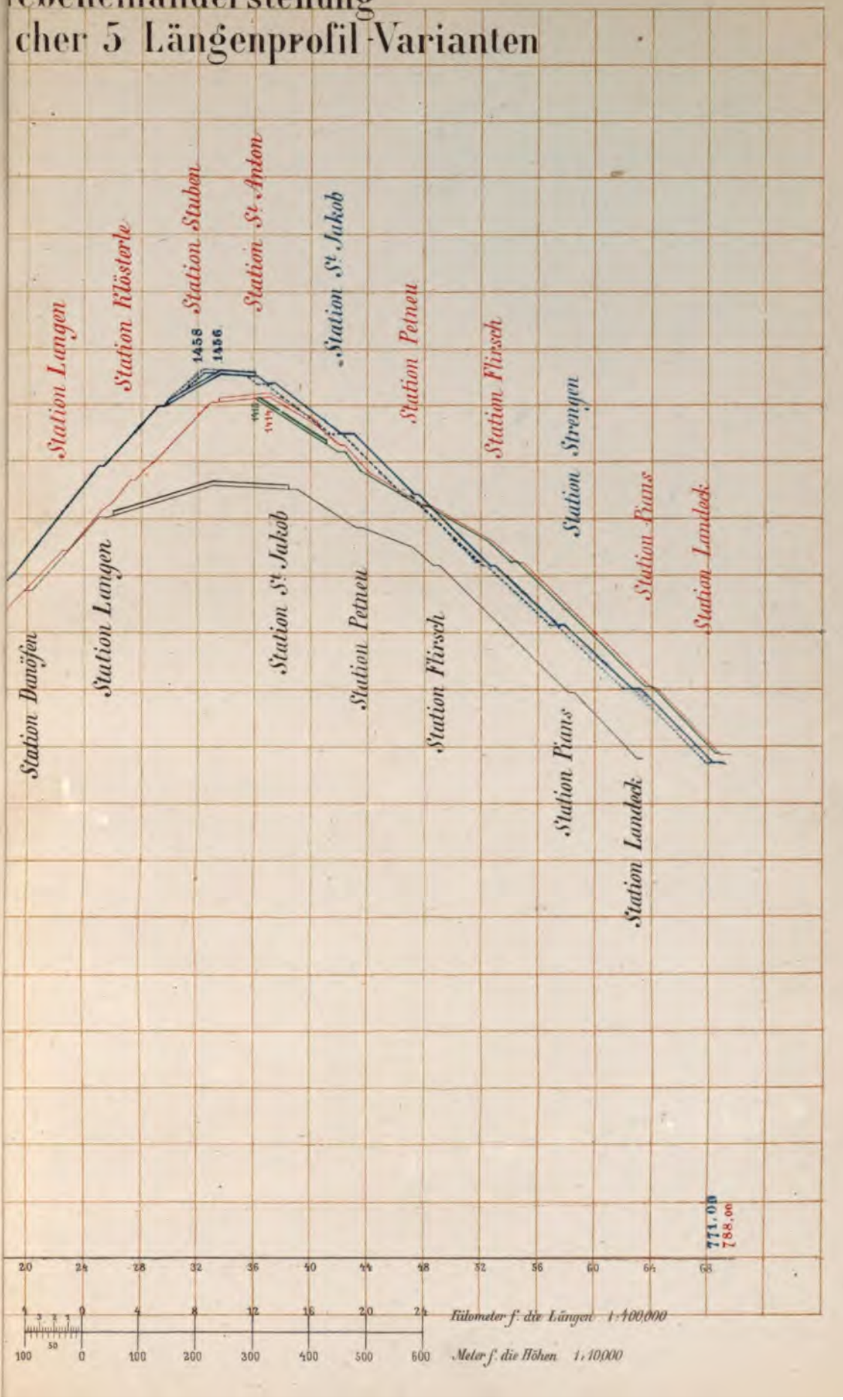
1500
1700
1600

Beilage *D.*

Längenprofile der verschiedenen Varianten.

Beilage D.

ebeneinanderstellung
cher 5 Längenprofil-Varianten



Beilage *E.*

Graphische Darstellung der Schneeverhältnisse des Arlberges und der Höhenverhältnisse der wichtigsten Alpenübergänge.

Beilage *F.*

Längenprofil der beantragten Trace.

St. Jakob Pet

Lawinengang

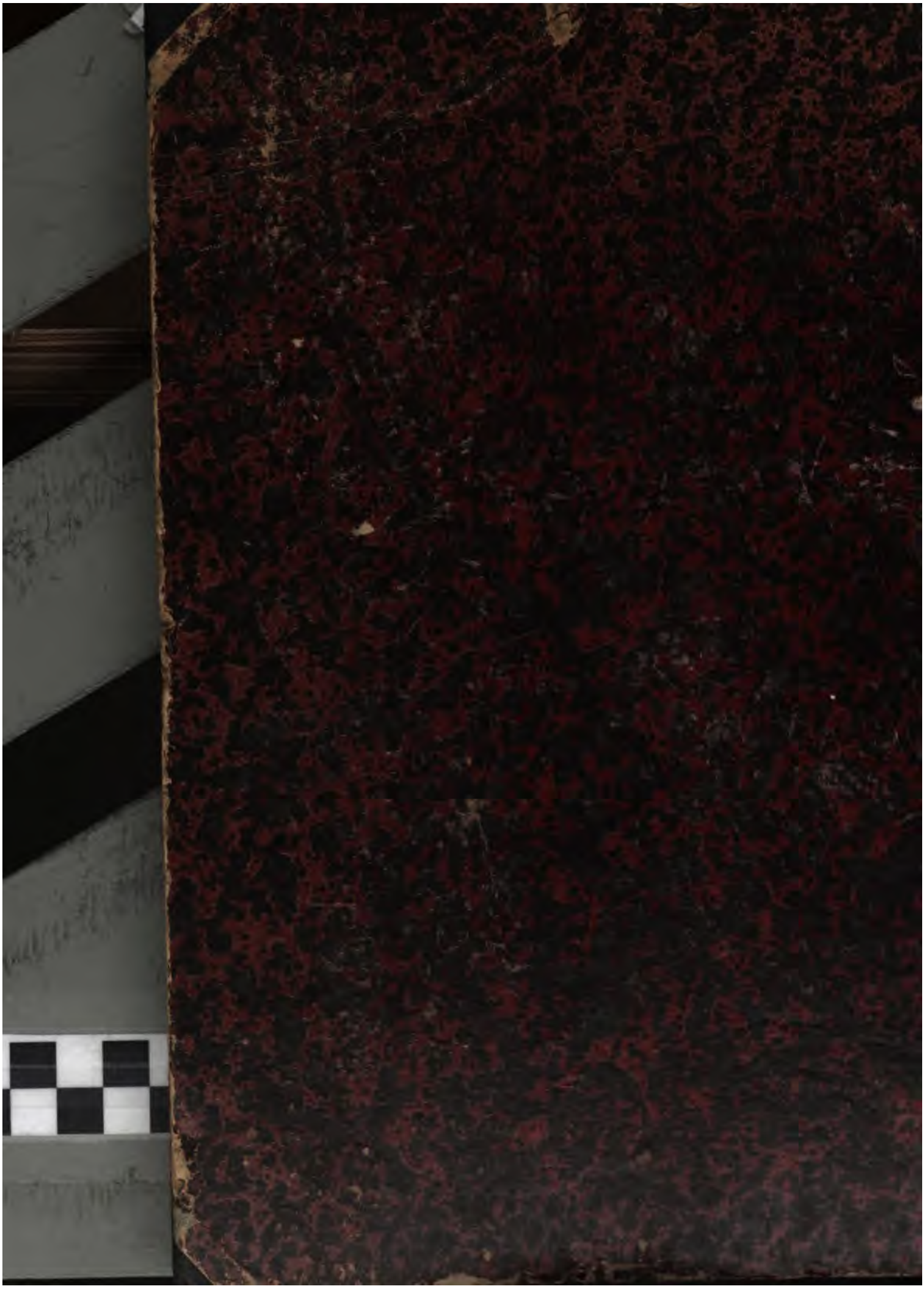
Malfoutobel-Bach

TRANSPORTA
send to dep't

TF 65.9 .A93 C.1
Technischer Bericht uber das P
Stanford University Libraries
3 6105 037 457 848

TF 65.9
A93

Stanford University Library
Stanford, California

In order that others may use this book, please return it as soon as possible, but not later than the date due.

3236